

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-ONZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1880.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1880

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JUILLET 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Borchardt*, Correspondant pour la Section de Géométrie.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique une Lettre dans laquelle M. Weierstrass lui annonce la mort de notre éminent Correspondant M. *C.-W. Borchardt*. En rappelant la place considérable occupée dans la Science par l'illustre Directeur du *Journal de Mathématiques* de Berlin, M. Bertrand se fait l'interprète des sentiments de profonde sympathie qu'il laisse chez tous ceux de nos confrères qui l'ont personnellement connu.

ASTRONOMIE. — *Etude de la variation de la ligne de visée, faite au grand cercle méridien de l'Observatoire de Paris, construit par M. Eichens, au moyen d'un nouvel appareil;* par M. **Lœwy.**

« J'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie, dans sa séance du 9 décembre 1878, d'un appareil que j'ai imaginé pour l'étude de la variation de la ligne de visée pendant la rotation de la lunette autour de l'axe: variation produite par un ensemble de causes d'une nature différente et dont l'évaluation présentait jusqu'ici des difficultés insurmontables.

» La solution de ce problème avait une très grande importance pour toutes les recherches d'Astronomie de haute précision et surtout pour l'étude des étoiles fondamentales. Malgré tous les soins apportés dans ces travaux, et bien que les coordonnées conclues reposent souvent sur des centaines d'observations, les recherches si intéressantes publiées par M. Auwers ont prouvé d'une manière tout à fait péremptoire ce que, d'ailleurs, on avait maintes fois constaté, que des erreurs très notables affectent encore les positions obtenues; on trouve que les erreurs systématiques qui entachent les déclinaisons déterminées, même dans les observations qui présentent les plus sérieuses garanties d'exactitude, peuvent aller jusqu'à 0″,8.

» Les études entreprises à l'Observatoire dans ces derniers temps au moyen de l'appareil que j'ai imaginé démontrent qu'une partie notable de ces erreurs doit être attribuée à la flexion, en comprenant sous le mot *flexion* l'ensemble des causes qui font varier la ligne de visée.

» Jusqu'à présent, les erreurs causées par la réfraction atmosphérique se trouvaient confondues avec celles qui ont pour cause la variabilité de la ligne de visée, et il n'était pas possible de les séparer, puisque toutes deux dépendent de la direction de l'instrument. Désormais, la distinction est possible entre ces deux ordres d'erreurs et l'on pourra à l'avenir se livrer, dans toute observation, à l'étude spéciale de la réfraction. A l'aide du nouvel appareil, il nous a encore été permis de résoudre un problème aussi intéressant au point de vue de la Mécanique qu'au point de vue de l'Astronomie. Il s'agissait de rechercher si la forme des tourillons est rigoureusement cylindrique. On comprend aisément l'importance d'une telle détermination. En effet, si les tourillons ne sont pas parfaitement circulaires, la lunette ne peut se mouvoir dans un plan et son orientation change à tout instant.

» La seule méthode connue jusqu'ici pour résoudre cette question est d'un emploi très compliqué; elle exige l'installation de piliers et de collimateurs spéciaux : aussi n'a-t-elle été essayée qu'exceptionnellement dans un observatoire ou deux. Enfin, avec le même appareil, on a encore pu entreprendre avec succès un troisième problème, l'évaluation de la flexion de l'axe de rotation lui-même pendant le mouvement de la lunette, question pour l'étude de laquelle on n'avait jusqu'ici aucun moyen d'expérimentation.

» Cet exposé suffit à montrer que le nouvel appareil permet d'aborder et de résoudre un ensemble de questions très diverses, qui toutes possèdent une importance considérable.

» Plusieurs astronomes ont émis quelques doutes sur la possibilité de la réalisation de cet appareil, dont la partie la plus essentielle consiste en un petit disque de verre de $0^{m},03$ à $0^{m},08$, qui doit reproduire simultanément trois images dans l'oculaire : 1° par réflexion, l'image des fils du réticule lui-même; 2° celle d'une division tracée sur l'objectif; 3° l'image d'une des divisions d'une plaque insérée dans le tourillon. Aujourd'hui toute incertitude a disparu, et l'exécution, bien que délicate, n'offre même pas de bien grandes difficultés.

» La confection de la lentille, confiée à MM. Paul et Prosper H enry, a répondu à toutes les exigences du problème, et plusieurs de nos confrères ont pu s'assurer que les images obtenues sont d'une netteté parfaite et que les pointés peuvent être effectués avec la plus haute exactitude.

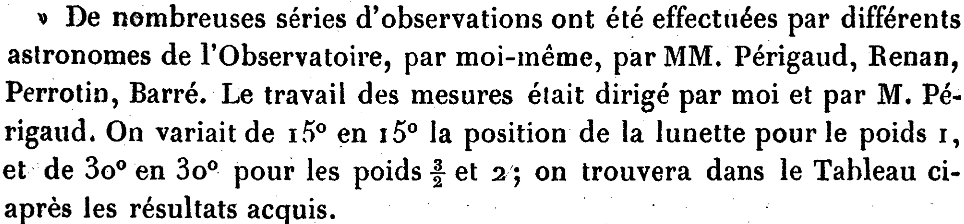
» La première application a été faite au grand cercle méridien, mais l'installation, comme cela arrive souvent au début de toute expérience, n'était pas des plus simples ni des plus favorables. L'appareil pèse 8^{kg} et se trouve suspendu au milieu d'un cube central par des tiges métalliques d'environ $0^{m},25$, qui servent, dans les conditions ordinaires, à supporter les pièces d'éclairage. La plus grande partie de l'appareil portait à faux, dans la direction de l'est à l'ouest, et l'appareil, en vertu de son poids, éprouvait un mouvement tournant qui ne pourrait pas se produire dans les conditions normales; mais cette installation défectueuse fait encore mieux ressortir l'exactitude du procédé.

» Pour étudier les variations des images produites par la pesanteur de l'appareil, on a employé le procédé suivant.

» On étudie d'abord les images avec l'appareil tel qu'il est; puis, comme il a une forme tout à fait symétrique, on adapte des poids à ses parois en

quatre points, de façon à accroître successivement sa pesanteur. On porte ainsi le poids de l'appareil de 8^{kg} à 12^{kg} et à 16^{kg}. En répétant les expériences dans ces conditions, on arrive à déterminer avec une grande rigueur et d'une double façon tous les effets de déplacement produits par l'appareil lui-même.

» Par l'étude comparative des images produites par réflexion et des images des traits de l'objectif dans les différentes positions de la lunette, on parvient à connaître le mouvement de translation de l'appareil perpendiculairement à l'axe optique dans les trois cas considérés, et, comme il était facile de le prévoir, ces mouvements se montrent rigoureusement proportionnels aux poids.



» De nombreuses séries d'observations ont été effectuées par différents astronomes de l'Observatoire, par moi-même, par MM. Périgaud, Renan, Perrotin, Barré. Le travail des mesures était dirigé par moi et par M. Périgaud. On variait de 15° en 15° la position de la lunette pour le poids 1, et de 30° en 30° pour les poids $\frac{3}{2}$ et 2; on trouvera dans le Tableau ci-après les résultats acquis.

» Toutefois, pour avoir la vraie flexion du centre de l'objectif et de l'oculaire par rapport à l'axe de rotation, il faut multiplier par 2 tous les nombres inscrits dans le Tableau, parce que la valeur de la vis du micromètre qui a servi à la mesure correspond à un rayon égal à la distance focale de l'instrument.

» En désignant par F_o le déplacement du centre de l'objectif, par F_r le déplacement d'un point du réticule, par a le mouvement de translation de l'appareil perpendiculaire à l'axe optique et causé par son propre poids, par ω le mouvement tournant de l'appareil de l'est à l'ouest, par F_a la flexion de l'axe de rotation, par α la distance de l'appareil au réticule, par β sa distance à l'objectif, par γ sa distance au trait de la division introduite dans le tourillon, l'observation successive aux différentes hauteurs d'une division fournira, par la comparaison des lectures du zénith et des autres positions, les équations de condition suivantes:

$$F_r + \frac{\alpha}{\gamma} F_a + \frac{\gamma + \alpha}{\gamma} a + \omega = m,$$

$$F_r + \frac{\alpha}{\gamma} F_a + \frac{3}{2}\left(\frac{\gamma + \alpha}{\gamma} a + \omega\right) = n,$$

$$F_r + \frac{\alpha}{\gamma} F_a + 2\left(\frac{\gamma + \alpha}{\gamma} a + \omega\right) = p.$$

» De même, l'observation d'un trait de l'objectif donnera

$$F_r + \frac{\alpha}{\beta} F_o + \frac{\alpha + \beta}{\beta} \quad a = m',$$

$$F_r + \frac{\alpha}{\beta} F_o + \frac{3}{2} \frac{\alpha + \beta}{\beta} a = n',$$

$$F_r + \frac{\alpha}{\beta} F_o + 2 \frac{\alpha + \beta}{\beta} a = p'.$$

» Enfin, l'observation de l'image réfléchie d'un point du réticule conduira aux relations suivantes :

$$F_r + a = m'', \quad F_r + \tfrac{3}{2} a = n'', \quad F_r + 2a = p',$$

mnp, $m'n'p$, $m''n''p''$ étant les données tirées directement de l'observation.

» Dans notre expérience, $\frac{\alpha}{\beta}$ devient égal à 0,97 :

$$\frac{\beta + \alpha}{\beta} = 1{,}94 : \frac{\alpha}{\gamma} = 2{,}3 \, \frac{\gamma + \alpha}{\gamma} = 3{,}3.$$

» L'explication de ces formules et la théorie complète se trouveront dans un Mémoire détaillé que je vais publier sur cette question avec M. Périgaud, et qui paraîtra dans les *Annales de l'Observatoire*.

» Le Tableau suivant donne les résultats déduits de nombreuses séries d'expériences successives:

Observations des traits de la division introduite dans le tourillon.

	0°.	15°.	30°.	45°.	60°.	75°.	90°.	105°.	120°.	135°.	150°.	165°.	180°.
1) m....	$-7'',98$	$-7'',56$	$-7'',38$	$-6'',22$	$-4'',68$	$-2'',37$	$0'',00$	$+3'',00$	$+5'',12$	$+6'',55$	$+8'',17$	$+8'',44$	$+9'',35$
$\frac{3}{2}$) n....	$-10,66$		$-9,50$		$-5,94$		$0,00$		$+7,57$		$+11,85$		$+13,74$
2) p....	$-13,62$		$-12,04$		$-7,50$		$0,00$		$+9,63$		$+15,78$		$+18,14$

Observations des traits de l'objectif.

	0°.	15°.	30°.	45°.	60°.	75°.	90°.	105°.	120°.	135°.	150°.	165°.	180°.
1) m'...	$+3,97$	$+3,67$	$+3,21$	$+2,44$	$+1,69$	$+0,59$	$+0,00$	$-0,68$	$-1,75$	$-2,62$	$-3,36$	$-3,89$	$-4,12$
$\frac{3}{2}$) n'...	$+3,48$		$+2,77$		$+1,44$		$+0,00$		$-1,35$		$-2,72$		$-3,33$
2) p'...	$+3,26$		$+2,61$		$+1,35$		$+0,00$		$-1,08$		$-2,13$		$-2,45$

Observations des fils du réticule.

	0°.	15°.	30°.	45°.	60°.	75°.	90°.	105°.	120°.	135°.	150°.	165°.	180°.
1) m''...	$+1,32$	$+1,17$	$+0,99$	$+0,72$	$+0,44$	$+0,27$	$+0,00$	$-0,12$	$-0,59$	$-0,75$	$-1,28$	$-1,46$	$-1,79$
$\frac{3}{2}$) n''...	$+0,96$		$+0,60$		$+0,12$		$+0,00$		$-0,40$		$-0,82$		$-1,26$
2) p''...	$+0,95$		$+0,60$		$+0,18$		$+0,00$		$-0,17$		$-0,50$		$-0,85$

» L'inspection des trois séries d'équations fait ressortir immédiatement la parfaite proportionnalité des variations produites et le rapport entre l'accroissement des poids et les effets qui en résultent.

» Pour déterminer toutes les inconnues du problème, il faut les tirer de ces équations par les procédés d'élimination connus; mais, pour la flexion astronomique, qui n'est autre chose que la différence entre les abaissements des deux extrémités de l'instrument, on peut l'obtenir immédiatement de trois manières différentes, en combinant entre eux les résultats trouvés avec l'appareil seul et avec l'appareil chargé de poids. En multipliant les trois équations relatives à la flexion de l'oculaire par le facteur $\frac{\alpha+\beta}{\beta l}$ et en les retranchant respectivement des trois équations relatives à l'objectif, on obtient trois valeurs différentes pour l'expression $\frac{\alpha}{\beta}(F_o - F_r)$. En les divisant ensuite par le facteur $\frac{\alpha}{\beta}$, on trouve facilement trois déterminations indépendantes pour la flexion astronomique. Ces trois résultats, donnés ci-dessous, accusent une telle concordance, qu'il est aisé de voir que l'appareil n'exerce aucune influence sur les opérations, puisque les trois séries d'observations ont été faites avec un appareil modifié chaque fois par l'adjonction de poids différents.

Flexion astronomique.

Flexions.	0°.	30°.	60°.	90°.	120°.	150°.	180°.
Poids 1.......	+1",25	+1",30	+0",85	0",00	−0",62	−0",90	−0",61
Poids $\frac{3}{2}$.......	+1,64	+1,42	+1,24	0,00	−0,58	−1,14	−0,87
Poids 2.......	+1,43	+1,27	+1,03	0,00	−0,77	−1,18	−0,82

» Les déterminations obtenues avec les poids 1 et 2 sont en concordance presque parfaite; les autres, dépendant du poids $\frac{3}{2}$, reposent sur un trop petit nombre d'observations pour pouvoir posséder le même degré de concordance.

» En éliminant a de toutes les équations, on trouve pour toutes les inconnues les valeurs suivantes :

	0°.	15°.	45°.	60°.	75°.	80°.	90°.	105°.	120°.	135°.	150°.	165°.	180°.
F_o..............	+3",12	+2",90	+2",56	+2",03	+1",56	+0",47	0",00	−0",65	−1",59	−2",48	−2",96	−3",27	−3",20
F_r..............	+1,70	+1,51	+1,25	+0,99	+0,56	+0,38	0,00	−0,40	−0,96	−1,32	−1,92	−2,27	−2,57
F_o-F_r............	+1,42	+1,39	+1,31	+1,04	+1,00	+0,09	0,00	−0,25	−0,63	−1,16	−1,04	−1,00	−0,63
F_a..............	−1,55		−1,36		−0,87		0,00		+0,55		+0,80		+1,05
ω..............	−4,61		−4,07		−2,47		0,00		+3,42		+5,62		+6,44

» A la simple inspection de ce Tableau on reconnaît immédiatement l'importance des résultats obtenus; on peut constater que la flexion astronomique dépasse quelquefois 1" et que l'on s'expose à commettre de graves

erreurs si on la néglige. On remarque aussi, d'un autre côté, que cet élément ne varie pas proportionnellement au sinus de la distance zénithale.

» Bien des raisons physiques faisaient déjà pressentir que la flexion ne devait pas suivre une loi aussi simple. En effet, si la matière n'est pas parfaitement homogène dans toute la longueur des tubes, les effets d'élasticité et par suite de flexion varieront avec la position de la lunette d'une manière quelconque; il est d'ailleurs évident que des tubes de dimensions considérables ne peuvent pas être coulés d'une manière régulière. D'autre part, considéré en lui-même, le micromètre constitue déjà un appareil compliqué et peut provoquer certains changements dans la direction de l'axe optique.

» Il peut encore se produire un petit déplacement du barillet dans le tube de la lunette ou de l'objectif lui-même dans le barillet, déplacements difficiles à éviter si l'on ne veut pas s'exposer à déformer les images en exerçant de trop fortes pressions.

» On voit donc que la ligne de visée peut être modifiée par un ensemble de faits dont l'action simultanée fournit un résultat collectif d'une nature très complexe. En dehors de toutes les raisons scientifiques qui démontrent la justesse des résultats obtenus à l'aide de cet appareil et des preuves matérielles fournies par les poids, nous possédons encore un moyen de contrôle absolument convaincant.

» J'ai dit plus haut que l'on peut obtenir la flexion horizontale au moyen de deux collimateurs dont on fait concorder les axes optiques. Ce procédé donne comme résultat 1″,15. En prenant la moyenne entre les deux valeurs trouvées avec mon appareil pour la flexion au nord et au sud, on obtient 1″,03. La concordance entre ces deux nombres peut être regardée comme parfaite, car la différence est si minime, qu'on peut l'attribuer aux erreurs toujours inévitables des expériences effectuées; elle montre également que la flexion du cercle de déclinaison est tout à fait négligeable, car, en mesurant la flexion seule de la lunette, mon appareil donne la même valeur que les deux collimateurs qui mesurent à la fois la flexion de la lunette et celle des cercles.

» La solution du problème fournit encore des renseignements importants sur la rigidité et l'homogénéité des tubes faits en fonte de fer.

» La lunette a une longueur de 4^{m}; les deux portions du tube qui portent l'objectif et l'oculaire sont coniques et ont à leur extrémité libre une ouverture de $0^{m},25$ environ. La longueur du côté du cube central est de $0^{m},60$. La flexion linéaire dans les extrémités de la lunette atteint au

maximum $0^{mm},065$, celle du centre de l'axe de rotation lui-même est de $0^{mm},032$ environ. Ces quantités sont bien faibles pour un instrument de dimensions aussi considérables; elles accusent une grande solidité dans la construction.

» Si l'on veut maintenant étudier la loi mathématique suivant laquelle varient les nombres obtenus, on arrive aux résultats suivants :

$$F_o = +3'',21 \cos h - 0'',17 \sin h - 0'',14 \cos 2h - 0'',08 \sin 2h,$$
$$F_r = +2,16 \cos h - 0,34 \sin h - 0,37 \cos 2h - 0,39 \sin 2h,$$
$$F_o - F_r = +1,04 \cos h + 0,17 \sin h + 0,23 \cos 2h + 0,30 \sin 2h,$$
$$a = -0,62 \cos h + 0,21 \sin h + 0,21 \cos 2h + 0,04 \sin 2h,$$
$$F_a = -1,56 \cos h - 0,31 \sin h - 0,20 \cos 2h + 0,40 \sin 2h + 0'',28 \cos 3h,$$
$$\omega = -5,62 \cos h + 1,00 \sin h + 0,73 \cos 2h - 0,05 \sin 2h + 0,09 \cos 3h.$$

» On peut considérer comme complètement résolu le problème de la détermination expérimentale de la variation de la ligne de visée durant la rotation de la lunette. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photographie de la chromosphère.* Note de M. **Janssen.**

« En suivant la méthode du renversement des images par la surpose, que j'ai communiquée à l'Académie à l'avant-dernière séance, il me paraît qu'on peut arriver à obtenir la photographie de la chromosphère.

» Il faut que l'action lumineuse solaire s'exerce assez longtemps pour que l'image solaire devienne positive jusqu'aux bords, sans les dépasser. Alors la chromosphère se présente sous forme d'un cercle noir, dont l'épaisseur correspond à 8″ ou 10″.

» J'ai comparé des photographies solaires positives et négatives obtenues le même jour, avec le même instrument : la mesure des diamètres montre que le cercle noir en question est bien en dehors du disque solaire.

» Néanmoins je ne présente ce résultat que sous réserves, des études plus approfondies me paraissant nécessaires pour le corroborer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations linéaires, au moyen des Sinus des ordres supérieurs.* Note de M. **Yvon Villarceau.**

« Sur le point de m'absenter, je prie l'Académie de me permettre de lui faire connaître, sans la démontrer, la solution d'une équation linéaire d'ordre mn, que M. J. Farkas a résolue explicitement dans le cas de $n=2$, au moyen des *sinus des ordres supérieurs* (séance du 28 juin). Cette équation est

$$(1)\qquad \frac{d^{mn}y}{dx^{mn}}+a_1\frac{d^{m(n-1)}y}{dx^{m(n-1)}}+\ldots+a_{n-1}\frac{dy^m}{dx^m}+a_ny=\mathrm{X},$$

$a_1, \ldots, a_{n-1}, a_n$ désignant des constantes, et X une fonction explicite de x.

» Posons

$$(2)\qquad \mathrm{U}=\rho^n+a_1\rho^{n-1}+\ldots+a_{n-1}\rho+a_n,$$

et soient $a, b, c, \ldots$ les n racines ρ de l'équation $\mathrm{U}=0$, supposées *réelles* et *inégales;* soient encore

$$(3)\qquad \alpha=\sqrt[m]{\pm a},\quad \beta=\sqrt[m]{\pm b},\quad \gamma=\sqrt[m]{\pm c},\quad \ldots;$$

la solution de l'équation (1), dans le cas de $\mathrm{X}=0$, sera donnée par la formule

$$(4)\qquad y=\sum_0^{m-1}\mathrm{A}_\mu\varphi_\mu(\alpha x)+\sum_0^{m-1}\mathrm{B}_\mu\varphi_\mu(\beta x)+\sum_0^{m-1}\mathrm{C}_\mu\varphi_\mu(\gamma x)+\ldots.$$

Les sommes Σ sont au nombre de n; $\mathrm{A}_\mu, \mathrm{B}_\mu, \mathrm{C}_\mu$ désignent ici des constantes et les φ_μ des sinus de l'ordre $m-1$, dont le genre est *hyperbolique* ou *elliptique,* suivant que les racines $a, b, c, \ldots$ sont positives ou négatives : dans ces sommes Σ, les indices μ varient de zéro à $m-1$ inclusivement.

» En appliquant la méthode de la variation des constantes arbitraires, j'obtiens, sous la forme (4), la solution de l'équation proposée (1), au moyen des valeurs suivantes de $\mathrm{A}_\mu, \mathrm{B}_\mu, \ldots,$

$$(5)\qquad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{A}_\mu=\dfrac{1}{\alpha^{m-1}\left(\dfrac{d\mathrm{U}}{d\rho}\right)_a}\displaystyle\int \mathrm{X}\,\varphi_{m-1+\mu}(-\alpha x)\,dx,\\[2ex] \mathrm{B}_\mu=\dfrac{1}{\beta^{m-1}\left(\dfrac{d\mathrm{U}}{d\rho}\right)_b}\displaystyle\int \mathrm{X}\,\varphi_{m-1+\mu}(-\beta x)\,dx,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

J'insiste sur l'utilité de la forme (4), parce que, en vertu du mode de détermination des A_μ, B_μ, ..., on peut effectuer $mn-1$ différentiations de la fonction y, en traitant ces quantités comme des constantes; cela permet de conserver le même nombre de termes, dans le cours de ces différentiations, que dans l'expression de y elle-même, et de former ainsi très facilement les relations entre y et ses dérivées, qui doivent servir à la détermination des constantes définitives.

» Le cas des racines *égales* n'offre aucune difficulté : on le résout en posant

$$(6) \qquad y = \eta + \Xi,$$

Ξ désignant un polynôme en x, de degré $mi-1$, et i le nombre des racines égales de l'équation $U=0$. Si l'on substitue cette valeur de y et celles de ses dérivées dans l'équation (2) et que l'on transpose, dans le second membre, la partie algébrique, cette dernière se combinera avec X et l'on aura une équation linéaire de la forme (1) en η. La solution résultant de l'emploi des formules (2) à (5) s'appliquera à l'équation en η, moyennant la suppression des sommes Σ correspondantes aux racines *égales* de l'équation $U=0$.

» L'emploi des fonctions φ_μ, dans le cas des racines *imaginaires*, paraît devoir entraîner de plus grandes complications que l'emploi simple des exponentielles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les conséquences de l'expérience de MM.* Lontin *et* de Fonvielle. Note de M. JAMIN.

« Je prie le lecteur de vouloir bien se reporter à la description de l'expérience de M. Lontin, qui a été publiée dans les *Comptes rendus* du 5 avril dernier, page 800, et à l'explication que j'en ai donnée page 839. Cette explication prévoit des conséquences qui serviront à la confirmer ou à l'infirmer, et que je désire signaler aux auteurs de l'expérience primitive. Elles offriront d'ailleurs un moyen précieux et inattendu d'aborder l'étude, jusqu'à présent incomplète, de l'aimantation alternative par les courants d'induction.

» Je suppose qu'on ait supprimé l'aimant et que l'on fasse passer dans le cadre galvanométrique les décharges alternatives d'une bobine de Ruhmkorff. La première aimantera le disque transversalement, et, quand

elle aura cessé, il gardera une portion de son magnétisme. Quand survient la deuxième décharge, qui est de sens contraire, elle doit produire deux effets successifs : 1° agir sur le magnétisme rémanent et tendre à déplacer le disque; 2° détruire l'aimantation première et la remplacer par une autre qui est contraire. Occupons-nous du premier effet. Au moment où commence la deuxième décharge, elle tend à retourner le disque de 180°: il est alors en équilibre instable. S'il est immobile, il ne se déplacera pas; mais, s'il a reçu primitivement, dans un sens ou dans l'autre, une vitesse qui l'ait dévié d'un angle α, il doit recevoir une impulsion qui entretiendra et continuera son mouvement. Cette impulsion se renouvellera à chaque changement de direction des décharges; on peut la représenter par $f \sin\alpha$ et par $f' \sin\alpha$ pour les courants directs et inverses, et le couple résultant total par $(f+f')\sin\alpha$.

» L'action du magnétisme terrestre intervient pour compliquer cette action. Supposons d'abord le cadre perpendiculaire au plan du méridien : l'aimantation sera dans ce plan ; le disque sera en équilibre stable pour les décharges directes, instable pour les inverses, et ce sera le contraire si l'on change le sens du courant inducteur. L'action terrestre se réduira donc à un couple $\pm(\varphi - \varphi')\sin\alpha$, et l'effet total sera exprimé par

$$(f+f')\sin\alpha \pm (\varphi - \varphi')\sin\alpha.$$

» En résumé : 1° le disque ne prendra aucun mouvement s'il est primitivement immobile; 2° il continuera de tourner dans un sens ou dans l'autre si on lui a primitivement imprimé une vitesse; 3° ces deux vitesses seront inégales; leur somme mesurera $f+f'$, leur différence $\varphi - \varphi'$.

» Les conditions changeront si le cadre est dans le méridien magnétique; dans ce cas, les aimantations seront perpendiculaires à ce plan, le couple terrestre sera $\pm(\varphi - \varphi')\cos\alpha$, et le moment total pourra se représenter par

$$(f+f')\sin\alpha \pm (\varphi - \varphi')\cos\alpha :$$

» 1° L'action terrestre sera prédominante; 2° elle imprimera au disque immobile un mouvement dont le sens changera avec le courant inducteur; 3° les deux vitesses seront inégales; leur différence ou leur somme fera connaître $(\varphi - \varphi')\cos\alpha$ et $(f+f')\sin\alpha$.

» Enfin, si le cadre fait un angle de $90° - \delta$ avec le méridien magnétique, le couple devient

$$(f+f')\sin\alpha \pm (\varphi - \varphi')\cos(\delta + \alpha),$$

et il y aura une valeur de δ pour laquelle l'une des vitesses sera nulle.

» Les valeurs de f et de f' sont proportionnelles au carré de l'intensité moyenne des décharges, celles de φ et φ' à la première puissance de ces intensités. L'expérience montrera comment $f+f'$ et $\varphi-\varphi'$ varient quand ces intensités changent. On pourra réduire les phénomènes à la seule action des décharges directes en interposant une résistance d'air pour annuler les décharges inverses. Si l'on songe qu'on ne sait presque rien sur la durée et l'intensité des aimantations alternatives et rapides produites par les courants d'induction, on reconnaîtra que l'expérience de M. Lontin n'est pas seulement curieuse, mais qu'elle peut devenir entre les mains des expérimentateurs une source de précieux renseignements sur un sujet très obscur. J'espère que MM. Lontin et de Fonvielle voudront bien exécuter cette étude et qu'ils me pardonneront de leur avoir indiqué tout le parti qu'ils pourraient tirer de leur expérience. »

OPTIQUE. — *Sur la vision des couleurs;* par M. CHEVREUL.

« Occupé de la rédaction de mes derniers travaux sur le contraste rotatif, concernant les nombres de tours à la minute correspondant aux trois phases de la rotation d'un cercle de carton dont une moitié diamétrale est colorée et l'autre blanche, je pourrai, grâce à l'obligeance de M. Tresca, présenter des chiffres concernant les nombres relatifs aux phénomènes optiques de ce cercle, déterminés avec la machine du Conservatoire, imaginée par notre regretté confrère M. le général Morin.

» En considérant le nombre des personnes qui s'occupent aujourd'hui de la vision des couleurs, l'Académie ne sera pas surprise, après la publication du travail dont je viens de parler, que je revienne sur les différences considérables qui distinguent des phénomènes souvent confondus ensemble, mais ayant de commun la couleur, qui parle aux yeux.

» Une première question qui m'occupera alors est relative à la *détermination* géométrique des teintes dans les dessins, sujet traité par Dupuis dans le premier Cahier du *Journal de l'École Polytechnique* de l'an III.

» J'ai présenté à MM. les Secrétaires perpétuels une Lettre déjà ancienne, puisqu'elle m'a été adressée par le colonel baron Aubert à la date du 2 de juin 1846; elle est accompagnée de cinq dessins translucides résultant de bandes de papier superposées. La question concerne la dégradation de la lumière, et je pense que, grâce à la distinction du contraste de ton, cette solution est précise.

» Les effets optiques des étoffes de soie, qui composent un petit Volume in-8° de Leçons qui furent faites à Lyon en 1842 et 1843, sont ramenés à quatre principes, qu'il est bon de rappeler.

» La théorie des ombres colorées doit être rappelée, car c'est un sujet tout à fait distinct des couleurs sous lesquelles les corps nous apparaissent.

» Enfin, il ne sera point inutile de rappeler d'anciens travaux sur la coloration des étoffes. »

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques relations générales entre la masse chimique des éléments et la chaleur de formation de leurs combinaisons* [1]; par M. BERTHELOT.

» III. *Influence de la masse chimique des éléments.* — 1. Les éléments appartenant à une même famille, lorsqu'ils s'unissent avec un corps simple donné pour former des composés comparables, dégagent, dans la plupart des cas, des quantités de chaleur d'autant moindres que la masse chimique de ces éléments est plus considérable : la stabilité du composé décroît dans le même rapport. Enfin la décroissance s'étend parfois jusqu'au changement de volume, produit par la combinaison des éléments solides formant un composé également solide : circonstance qui permet d'entrevoir la signification mécanique des relations précédentes.

» 2. Citons quelques chiffres. Soient les éléments halogènes (famille des chloroïdes) combinés avec l'hydrogène; ce cas est le plus simple de tous, puisqu'il s'agit de corps gazeux unis à volumes égaux et sans condensation :

	Cal
H + Cl gaz, dégage......	+ 22,0
H + Br gaz.............	+ 13,5
H + I gaz..............	− 0,8

» Ces chiffres répondent bien à la stabilité relative des hydracides; mais les masses chimiques des éléments, soit 35,5, 80, 127, varient en sens inverse. Une valeur thermique négative répond même au chiffre le plus élevé. Le fluor, dont l'équivalent (19) est le moindre de tous, fournit l'hydracide le plus stable, formé probablement avec un dégagement de chaleur supérieur à l'acide chlorhydrique lui-même.

---

(1) Voir t. XC, p. 1511.

» De même les composés hydrogénés de la famille des sulfuroïdes, pris sous la forme gazeuse :

		Cal
$H^2 + O^2$, dégage	+	59,0
$H^2 + S^2$ gaz	+	7,2
$H^2 + Se^2$ solide	—	5,4; gaz : — 2 (?)

» La stabilité est en raison de la grandeur des quantités de chaleur, tandis que les masses chimiques, 16, 32, 79, varient en sens opposé. Le dernier terme est encore négatif.

» De même les composés hydrogénés de la famille des azotoïdes :

		Cal
$Az + H^3$, dégage	+	12,2
P solide $+ H^3$	+	11,6
As solide $+ H^3$	—	36,7

» Les équivalents sont ici : 14, 31, 75. Le dernier terme thermique est encore négatif.

» 3. On pourrait observer que dans chacune des trois familles les valeurs thermiques décroissent à peu près suivant une progression arithmétique, dont la raison serait voisine de 10 à 12; mais ce genre de rapprochements numériques est fort incertain.

» 4. Les mêmes relations générales s'observent entre la chaleur de formation et l'équivalent, lorsque l'on combine les trois éléments halogènes : soit avec un même métalloïde, phosphore, arsenic, bore, silicium ; soit avec un même métal. Elles subsistent, malgré les perturbations apportées par la diversité d'état physique des composés. Dans tous les cas connus, la chaleur de formation d'un chlorure métallique surpasse celle du bromure correspondant; laquelle surpasse à son tour celle de l'iodure [1]. La différence entre les chiffres observés varie d'un métal à l'autre, en restant comprise entre des limites peu étendues, quoique plus rapprochées pour l'argent, le platine et le mercure que pour les autres métaux; mais elle ne change jamais de signe.

» En outre, cette différence demeure plus forte lorsqu'on passe du bromure à l'iodure du même métal, que lorsqu'on passe du chlorure au bromure; c'est-à-dire que l'ordre des chaleurs de formation est constamment inverse de celui des équivalents. Aussi le chlore déplace-t-il le brome, et le brome déplace-t-il l'iode, dans toute la série des composés métalliques.

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XV, p. 217 et 218.

» 5. De même la chaleur de formation des oxydes métalliques surpasse toujours celle des sulfures correspondants, et cela de quantités comprises entre 15^{Cal} et 25^{Cal} pour les métaux faciles à oxyder; mais qui se réduisent à 10, à 5 et même à 2^{Cal} pour le cuivre, le mercure et l'argent.

» 6. La relation suivante entre les volumes moléculaires paraît corrélative des valeurs thermiques [1]. Tandis que les éléments halogènes possèdent à peu près le même volume moléculaire dans l'état liquide, soit 27^{cc} à 31^{cc}, rapprochement qui subsiste probablement aussi dans l'état solide [2], au contraire, les volumes moléculaires des sels haloïdes, même isomorphes, sont très inégaux, et ils offrent les rapports que voici : la contraction opérée sur le volume des éléments, dans la combinaison, est la plus grande pour les chlorures métalliques ; elle est moindre pour les bromures, et elle est moindre encore, sinon nulle, pour les iodures. Par exemple, le volume moléculaire du bromure de potassium (44^{cc}) surpasse celui du chlorure ($36^{cc},2$) de $7^{cc},8$; et le volume de l'iodure ($59^{cc},5$) surpasse celui du bromure de $9^{cc},5$.

» La plus grande quantité de chaleur dégagée répond donc dans cette circonstance à la contraction la plus forte des éléments.

» Il y a plus : dans le cas des composés du potassium au moins, le rapport des contractions est à peu près celui des différences entre les chaleurs de formation; en outre, ce rapport ne s'écarte guère de celui des différences entre les équivalents :

	Différence de volume.	Différence de chaleur.	Différence d'équivalents.
	cc	Cal	gr
KI — KCl........	17,3	26	91,5
KBr — KCl.......	7,3	11	44,5
Rapport....	2,4	2,4	2,05

» 7. J'ai présenté d'abord ces généralités dans les cas les plus nets, afin de les mettre en évidence; mais il importe de dire dès à présent qu'elles cessent d'être applicables aux éléments halogènes, unis entre eux ou avec l'oxygène.

» Ainsi, le chlore et le brome gazeux dégagent sensiblement la même quantité de chaleur en s'unissant avec l'iode à équivalents égaux : soit, l'iode supposé gazeux, $+12,1$ pour ICl; et $+11,9$ pour IBr.

» Les acides hypochloreux, hypobromeux et même hypoiodeux dissous

(1) Même Recueil, 5e série, t. IV, p. 483.

(2) Le volume solide n'est connu que pour l'iode (28^{cc}).

sont formés aussi depuis leurs éléments gazeux avec des absorptions de chaleur très voisines. La similitude de fonction des composés semble jouer ici un rôle prépondérant (voir p. 1514).

» Cependant, l'ordre thermique relatif se trouble et s'intervertit pour les oxacides plus oxygénés des éléments chloroïdes, aussi bien que pour ceux du groupe des sulfuroïdes et du groupe des azotoïdes.

» L'ordre thermique relatif aux hydrures est également fort différent de celui des oxydes pour les divers groupes de métalloïdes.

» 8. Si l'on compare maintenant la chaleur dégagée par les divers métaux, unis avec un même élément négatif, on retrouve souvent quelque indice de la relation entre la grandeur de l'équivalent et la petitesse de la chaleur dégagée, relation signalée plus haut pour les éléments halogènes, comparés dans leur union avec un même métal. Ainsi l'aluminium ($Al^2 = 27,4$), en formant un oxyde, un chlorure, etc., dégage presque deux fois plus de chaleur que le fer ($Fe^2 = 56$), formant un sesquioxyde, un sesquichlorure correspondants. Le magnésium ($Mg = 12$) dégage bien plus de chaleur que le manganèse ($Mn = 27,5$), ou le zinc ($Zn = 32,5$), en formant un oxyde, un chlorure correspondants, etc. Le platine, l'or, l'argent, dont les équivalents comptent parmi les plus élevés, sont aussi ceux dont l'union avec l'oxygène ou le chlore dégage le moins de chaleur.

» 9. Mais ces relations souffrent bien des exceptions.

» Ainsi j'ai parlé plus haut (p. 1515) des métaux analogues, qui dégagent des quantités de chaleur fort voisines dans leurs combinaisons parallèles : que leurs équivalents soient égaux (nickel-cobalt), c'est-à-dire rentrent dans la loi; ou bien qu'ils y fassent exception par leur inégalité (calcium-strontium, thallium-plomb, platine-palladium) : nous pouvons invoquer ici la similitude des fonctions pour expliquer ce rapprochement thermique.

» Au contraire, le manganèse et le fer, dont les équivalents sont si voisins, ont des chaleurs d'oxydation (47,4—34,5) et de chloruration fort inégales. La chaleur de chloruration du potassium (105) surpasse également celle du sodium (97,3), laquelle l'emporte sur celle du lithium (93,5); contrairement à ce que la grandeur relative des équivalents (39—23—7) aurait permis d'induire.

» De même, si l'on compare les chaleurs de formation des oxydes à celles des chlorures, bromures, iodures correspondants d'un même métal, l'ordre relatif des métaux s'intervertit à plusieurs reprises, lorsqu'on passe d'un métalloïde à l'autre. Je rappellerai que cette inversion, corrélative de celle des affinités elles-mêmes, et les expériences qu'elle suggère, m'ont

fourni une des plus fortes preuves en faveur de mes nouvelles théories thermiques (1).

» 10. J'ai cru devoir exposer tout cet ensemble de faits et de rapprochements numériques avec une sincérité complète. Tels qu'ils sont, ils me paraissent manifester une influence réelle de la grandeur des masses chimiques élémentaires sur la grandeur des chaleurs dégagées par leur combinaison, influence que celle d'un autre genre, due à la similitude de fonction chimique, et diverses circonstances mal connues viendraient parfois dissimuler.

» 11. En général, on peut concevoir l'influence de la masse des éléments pour diminuer la stabilité, et par conséquent la chaleur dégagée, d'une manière assez simple, en remarquant que le système formé par deux molécules sera d'autant plus exposé à se détruire, sous l'influence des mouvements d'ensemble du système (rotations, vibrations, etc.), que ces deux molécules seront plus pesantes.

» On pourrait encore penser, s'il était permis d'exprimer ici une hypothèse hardie, on pourrait penser, dis-je, que la matière primordiale, dont les condensations multiples semblent constituer nos éléments actuels, perd une dose d'énergie d'autant plus considérable qu'elle forme un élément plus condensé. Par suite, la réserve d'énergie, inhérente aux éléments et qui se dépense par degrés dans la formation de leurs combinaisons, sera plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, dans les éléments à équivalents légers que dans les éléments lourds.

» Cette considération est analogue à celles que nous avons développées plus haut (p. 1513), en parlant des combinaisons multiples de deux éléments; c'est-à-dire qu'elle semble établir un nouveau rapprochement entre les éléments à masse chimique considérable et certains corps composés.

» 12. La synthèse des composés organiques diversement condensés, synthèse que nous n'avons pu réaliser jusqu'ici dans l'étude de nos éléments actuels, peut apporter quelque lumière sur l'origine de la relation précédente, ainsi que sur l'origine de la relation, en apparence contraire, en vertu de laquelle certains éléments de même fonction, quoique de masse inégale, dégagent les mêmes quantités de chaleur dans leurs combinaisons parallèles.

» En effet, j'ai montré (1), d'une part, que les corps isomères de même

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 480 à 503.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XXVIII, p. 535; 1877.

fonction forment avec les autres corps des combinaisons parallèles, en dégageant une même quantité de chaleur. Or, on observe précisément la même relation pour le cobalt et le nickel, dans l'ensemble de leurs combinaisons.

» Il en est de même des corps homologues (séries à différences constantes) et des corps polymères de même fonction, tels que l'éthylène, le propylène, l'amylène, polymères et homologues comparables à certains égards au calcium et au strontium, ou bien au platine et au palladium, au plomb et au thallium. Or nous avons vu que ces métaux, pris deux à deux, dégagent à peu près les mêmes quantités de chaleur, en s'unissant aux éléments négatifs.

» D'autre part, en Chimie organique, lorsqu'un corps se transforme en un isomère de fonction différente, le calcul prouve qu'il y a souvent un dégagement de chaleur très considérable. Il est clair que, si de tels corps isomères, de fonctions différentes, engendrent des composés de même type, la chaleur dégagée pourra être et est en effet souvent fort inégale. *A fortiori* en est-il de même si l'on compare des corps polymères ou homologues de fonction différente, mais susceptibles d'engendrer des composés de même type. Or c'est précisément ce qui arrive en Chimie minérale, lorsque des éléments aussi dissemblables que le soufre et le manganèse, ou bien le chlore et ce même manganèse, engendrent des sels de même type (chromates-sulfates; perchlorates-permanganates), etc.

» 13. Quoi qu'il en soit, la chaleur de combinaison, étudiée en dehors de toute surcharge accidentelle, c'est-à-dire due aux changements d'état physique, est une fonction complexe de plusieurs variables, parmi lesquelles le poids des masses élémentaires, leur nombre relatif, enfin la fonction du composé résultant jouent un rôle essentiel : or ce sont là trois données d'un caractère général, qui peuvent être définies dès à présent et qui pourront plus tard être introduites dans les calculs, indépendamment de la nature individuelle des éléments. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Époques de végétation pour un même arbre en 1879 et en 1880*; par M. P. Duchartre.

« La méthode des sommes de température moyenne rend compte, dans la généralité des cas, de l'époque à laquelle se produisent les différents phénomènes de la vie des plantes, ainsi que de l'ordre et de la rapidité avec laquelle ils se succèdent; il y a cependant des circonstances où l'application qu'on essaye d'en faire est assez peu satisfaisante pour qu'on soit

amené, soit à y renoncer, soit tout au moins à admettre qu'il a dû intervenir quelque action modificatrice qu'il faudrait connaître pour expliquer les faits observés. C'est une circonstance de ce genre que je demande à l'Académie la permission de lui signaler.

» En 1878 et 1879, j'ai suivi attentivement la marche de la végétation chez six Marronniers d'Inde (*Æsculus Hippocastanum* L.), qui, parmi tous les arbres de la même espèce plantés dans le jardin des Tuileries, aux Champs-Élysées et sur le Cours-la-Reine, se font remarquer par l'extrême hâtiveté de leur végétation. J'ai été déterminé à faire ces observations en entendant notre illustre associé M. Alph. de Candolle poser à la Société botanique de France, le 25 mai 1877, à propos de celui de ces arbres qui est bien connu à Paris sous le nom de *Marronnier du 20 mars*, les deux questions suivantes : 1° la feuillaison hâtive de cet arbre au printemps concorde-t-elle avec une défeuillaison également hâtive à l'automne? 2° cette hâtiveté printanière est-elle la cause de la stérilité plus ou moins complète qu'on a constatée chez ce Marronnier?

» M. A. de Candolle a résolu lui-même, en 1878, la première de ces questions en établissant par des faits nombreux que, chez beaucoup d'espèces ligneuses, et le Marronnier est de ce nombre, comme je l'ai vu après lui, ainsi que l'Orme et le Charme, il n'y a « aucun rapport direct et régulier » entre les époques de feuillaison et de défeuillaison », tandis que dans certains cas, chez le Tilleul par exemple, « les individus les plus hâtifs au » printemps sont les plus tardifs en automne ». J'ai tâché moi-même, l'an dernier, de répondre à la seconde de ces questions, et j'ai cru pouvoir dire, en me basant sur mes observations de 1878 et 1879, que « les Marronniers » à végétation hâtive sont stériles, ou à peu près, les uns parce qu'ils ne » développent pas ou presque pas d'inflorescences, les autres parce que leurs » fleurs, ébauchées en assez grand nombre, s'atrophient de bonne heure, » se développent mal » (¹) ou donnent fort peu de fruits. Toutefois, j'ai fait observer que la stérilité, même la rareté ou l'absence de fleurs, chez le Marronnier d'Inde, s'observent aussi parfois sans hâtiveté végétative.

» Aujourd'hui, c'est à un autre point de vue que je me propose de considérer les Marronniers d'Inde dont je viens de parler.

» Les deux hivers que nous venons de traverser ont eu des caractères tellement dissemblables, qu'il m'a semblé intéressant de constater comment ces arbres se sont comportés à la suite de l'un et de l'autre. En effet,

(¹) *Journal de la Société centrale d'Horticulture de France*, 1879, p. 578.

l'hiver de 1878-1879 a été médiocrement rigoureux, mais suivi d'un printemps froid, tandis que celui de 1879-1880, après avoir été exceptionnellement rude en décembre et janvier, est devenu normal en février et réellement doux en mars. Dans des conditions si dissemblables, il était naturel de supposer que la reprise de la végétation aurait dû se faire à des époques très différentes pour des arbres chez lesquels le repos hivernal est, par une prédisposition naturelle, considérablement raccourci, et qui, dès lors, semblent devoir se ressentir, pour leur retour à l'activité, de l'influence des froids de décembre et janvier, plus que la généralité des autres de la même espèce. Non seulement cette supposition ne s'est pas vérifiée, mais encore c'est le contraire qui a eu lieu : les six arbres dont j'ai suivi la végétation ont commencé à pousser et ont ensuite passé par les phases successives du développement de leurs pousses notablement plus tôt en 1880 qu'ils ne l'avaient fait en 1879. Les données suivantes démontreront l'exactitude de cette assertion, tout étrange qu'elle puisse paraître.

» Je prendrai pour exemple le plus hâtif des Marronniers des Champs-Élysées. Il se trouve à droite, le long de l'avenue, en montant, au septième rang avant le rond-point. Un second arbre, situé du même côté, non loin de la place de la Concorde, se montre presque également précoce dans son développement. Quant aux quatre autres que j'ai observés, et qui sont épars sur divers points de la grande promenade parisienne, ils suivent de près les deux premiers, à différents intervalles. Je ferai observer que, malgré la célébrité qu'on lui a faite sous ce rapport, l'arbre dit du 20 mars vient au dernier rang par ordre de précocité.

» En 1879, le Marronnier pris ici pour exemple gonflait visiblement ses bourgeons dès le 15 février, et il en avait rabattu les écailles externes brunes, le 1er mars, par une température moyenne de 6°,1, succédant à huit jours de gelée; ses bourgeons terminaux se montraient alors, formant chacun un corps vert, un peu ovoïde, du volume d'une noix (fin de la première période). Le 4 mars, l'arbre verdoyait nettement à distance; toutes les écailles brunes et vertes de ses bourgeons, s'étant rabattues, laissaient à nu ses jeunes feuilles, qui étaient encore dressées et rapprochées, pour chaque pousse, en une masse longue de $0^m,06$ à $0^m,07$ (fin de la deuxième période). Le 8 mars, cette masse de jeunes feuilles encore dressées atteignait $0^m,08$ à $0^m,10$ de longueur; deux bourgeons avaient rabattu leur première paire de feuilles, et celles de plusieurs autres s'écartaient pour se rabattre (fin de la troisième période). Le 13 mars, l'arbre était tout vert et se faisait remarquer de loin par sa verdure au milieu de ses voisins, dans

lesquels l'état hivernal persistait sans changement appréciable à l'œil. Tous ses bourgeons, à un très petit nombre près, avaient leurs six ou huit feuilles étalées, avec le limbe pendant et ployé en gouttière.

» Le 18, ces feuilles, devenues horizontales, avec leurs folioles planes et divergentes au bout du pétiole (fin de la quatrième période), touchaient à leur état adulte, auquel peu de jours suffirent pour les amener. A ce moment (18 mars), les bourgeons, sur la moitié au moins des Marronniers des Champs-Élysées, n'étaient pas encore visiblement gonflés; seuls les bourgeons terminaux, sur un certain nombre d'entre eux, commençaient à montrer un peu de vert au delà de leurs écailles brunes; ces arbres se trouvaient donc, le 18 mars, dans un état tout au plus analogue à celui que leur voisin précoce avait atteint dès le 15 février, c'est-à-dire plus d'un mois auparavant. Cette différence considérable entre les dates auxquelles se sont accomplies de part et d'autre les différentes phases de la feuillaison s'est maintenue sans changement notable, et, tandis que l'arbre hâtif avait rabattu ses premières feuilles le 8 mars, c'est seulement le 10 avril, en moyenne, que le même fait a eu lieu pour la majorité des autres.

» Par une sorte de compensation avec sa précocité végétative, le Marronnier hâtif dont je parle paraît être complètement stérile. En 1879, il n'avait montré que deux ou trois inflorescences dont les fleurs tombèrent toutes sans s'ouvrir; en 1880, il n'a pas produit une seule inflorescence et, dans l'une et l'autre année, l'arbre des Champs-Élysées qui le suit de plus près pour la précocité s'est comporté comme lui.

» Si l'on fait la somme des températures moyennes diurnes d'après les Tableaux météorologiques publiés dans nos *Comptes rendus*, on trouve que, en 1879, le Marronnier hâtif qui est pris pour sujet dans cette Note avait reçu : 130°,6 du 1er janvier (1) au 15 février, date à laquelle le gonflement de ses bourgeons était déjà visible; le 1er mars, 182°,8; le 4 mars, 193°,3; le 8 mars, 224°,4; le 13 mars, 260°,8; enfin, 300°,3, le 18 mars, moment où il était entièrement feuillé et où ses feuilles, bien étalées, avaient atteint

(1) Pour calculer les sommes de chaleur, j'adopte la vieille méthode qui consiste à prendre pour point de départ le 1er janvier, méthode empirique, si l'on veut, mais certainement la moins inexacte de toutes quand il s'agit de la reprise de la végétation, puisque les observations attentives de Géleznoff et de M. Askenasy ont prouvé que, à la date du 1er janvier, les bourgeons des arbres ont déjà pris un accroissement très faible sans doute, mais néanmoins appréciable par des pesées et des mesures précises.

un développement à fort peu près complet : il lui a donc fallu 169°, 7 pour l'amener de l'état dans lequel ses bourgeons avaient subi un gonflement directement appréciable à celui dans lequel ses feuilles étaient déjà presque adultes.

» Voyons maintenant comment le même arbre s'est comporté après l'hiver exceptionnellement rigoureux de 1879-1880.

» Le 15 février, le gonflement de ses bourgeons était fort nettement accusé, certainement plus qu'il ne l'avait été à la même date en 1879; je prends néanmoins cette date comme point de départ, ainsi que je l'ai fait pour l'année précédente. Le 24 du même mois, tous ses bourgeons avaient rabattu leurs écailles extérieures brunes et formaient chacun une masse d'un vert roussâtre, longue de $0^m,05$ à $0^m,07$, qui communiquait à l'arbre entier une teinte générale appréciable à distance; même un assez grand nombre de bourgeons écartaient déjà leur première paire de feuilles. Je crois donc être plutôt au-dessous qu'au-dessus de la réalité des faits en fixant au 24 février le moment où cet arbre avait atteint l'état auquel il n'était parvenu que le 1er mars en 1879 et au 28 février au plus tard celui où il avait terminé la période dont la fin avait eu lieu pour lui le 4 mars en 1879. Le 4 mars, à peu près tous ses bourgeons terminaux avaient rabattu horizontalement deux ou même trois paires de feuilles, et l'arbre se faisait distinguer de loin par sa verdure, au milieu de tous les autres, qui n'avaient nullement modifié leur aspect hivernal ; il était ainsi dans un état analogue à celui auquel il n'était parvenu que le 13 mars l'année précédente; enfin, le 9 du même mois, ses feuilles, à peu près sans exception, étaient étalées, avec leurs folioles horizontales et planes, déjà presque parvenues à leur développement complet, par conséquent au degré qui n'était arrivé pour elles que le 18 mars en 1879.

» Les sommes de chaleur, à ces différentes dates de 1880, ont été les suivantes : le 15 février, 69°,9; le 24, 142°,5; le 28, 155°,0; le 4 mars, 204°,0; le 13 mars, 312°,0. L'arbre avait dès lors reçu 242°,1, c'est-à-dire beaucoup plus qu'en 1879, depuis que le gonflement de ses bourgeons avait été nettement appréciable jusqu'au moment de l'expansion complète de ses feuilles.

» Pour résumer comparativement les données qui précèdent, j'indique dans le Tableau suivant : 1° les diverses périodes qu'on peut distinguer dans l'évolution des pousses du Marronnier d'Inde; 2° la date de leur terminaison pour 1879 et 1880; 3° les sommes des températures moyennes diurnes que l'arbre avait reçues à la fin de chacune de ces périodes, dans l'une et

l'autre de ces deux années; 4° la différence de ces sommes, aux périodes correspondantes, pour 1880 comparé à 1879.

Périodes d'évolution des pousses.	Dates de la fin de ces périodes. 1879.	1880.	Sommes de chaleur à ces dates. 1879.	1880.	Différences des sommes pour 1880 comparé à 1879.
1. Gonflement visible des bourgeons, ou fin du repos hivernal.....	15 févr.	15 févr.	130°,6	69°,9	70°,7 en moins
2. Rabattement des écailles brunes, fin de la première période......	1 mars	24 févr.	182,8	142,5	40,3 en moins
3. Rabattement des écailles vertes, fin de la seconde période......	4 mars	28 févr.	193,3	155,0	38,3 en moins
4. Rabattement des premières feuilles, fin de la troisième période.	8 mars	4 mars	224,4	204,0	20,4 en moins
5. Expansion complète des feuilles, fin de la quatrième période..	18 mars	9 mars	300,3	312,0	11,7 en plus

» Des données consignées dans ce Tableau je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° Bien que la température ait été beaucoup plus rigoureuse, en décembre et janvier, pendant l'hiver de 1879-1880 que pendant celui de 1878-1879 (¹), la reprise de la végétation a été plus hâtive, pour le Marronnier qui m'a servi d'exemple, à la fin du premier de ces hivers qu'à la fin du second. Il en a été de même, avec un retard peu important, pour les cinq autres arbres sur lesquels j'ai suivi l'évolution des pousses, et même pour la généralité des Marronniers plantés dans Paris.

» 2° La méthode des sommes de chaleur me semble impuissante à expliquer une pareille différence de l'une à l'autre de ces deux années, entièrement dissemblables pour la marche et la quotité de la température.

(¹) Température moyenne mensuelle :

	Hiver de 1878-1879.	Hiver de 1879-1880.
Décembre...........	0°,9	— 6°,8
Janvier.............	0°,0	— 0°,7
Jours de gelée :		
Décembre...........	22 } 46	28 } 52
Janvier.............	24	24

» 3° On ne peut songer à faire intervenir, en vue d'expliquer cette précocité, l'adoucissement considérable de la température qui est survenu entre les froids de décembre 1879 et ceux de janvier 1880, car un adoucissement plus fort encore et plus prolongé avait eu lieu, à la même époque, pendant l'hiver de 1878-1879. Cette période de temps doux, sans gelée, a été de huit jours, avec une température moyenne maximum de + 10°, 0, pendant l'hiver que nous venons de traverser; elle avait duré onze jours, avec une température moyenne maximum de + 11°, 3, pendant l'hiver qui a précédé; d'un autre côté, les quinze premiers jours de février 1880 ont donné 41°, 9 pour la somme des températures moyennes diurnes, tandis que la somme de chaleur pour la première moitié de février 1879 avait été de 86°, 2. Là n'est donc pas non plus la cause de la hâtiveté observée en 1880.

» 4° La différence entre les sommes de chaleur reçues par l'arbre en 1879 et 1880 va en diminuant rapidement à partir de la reprise de la végétation. Elle a été d'abord plus que du simple au double; non seulement elle a fini par s'effacer, mais encore elle était remplacée par un excès au moment où les pousses ont amené leurs feuilles à une expansion complète. Il résulte de là que l'arbre a reçu plus de chaleur en 1880 qu'en 1879, depuis la reprise de sa végétation jusqu'au complet épanouissement de ses feuilles. »

COSMOLOGIE. — *Sur une météorite tombée le 26 novembre 1874 à Kerilis, commune de Maël-Pestivien, canton de Callac (Côtes-du-Nord).* Note de M. **Daubrée**.

« Le 26 novembre 1874, à $10^h 30^m$ du matin, un bruit intense, comparable à un fort roulement de tonnerre, qui dura près de deux minutes, se fit entendre aux environs de la commune de Maël-Pestivien et à plus de 10^{km} à la ronde.

» A peu près au même instant un cultivateur, qui se trouvait près du hameau de Kerilis, appartenant à la commune de Maël-Pestivien, vit la terre rejaillir à 12^m environ devant lui et crut que la foudre venait de frapper ce point. Il fut tellement saisi d'effroi, qu'il n'osa retourner sur les lieux avant le lendemain, afin de voir ce que le tonnerre avait pu laisser comme trace de son passage [1].

---

(1) D'après le procès-verbal qui a été transmis par M. Robic, curé de la commune.

» Ce paysan trouva, au fond d'une cavité de $0^m,78$ de profondeur, une pierre d'environ 5^{kg}, couverte d'un vernis noirâtre. Il l'emporta, et, après qu'il en eut distribué quelques petits fragments à plusieurs personnes, il rencontra heureusement un amateur, M. Robic, desservant de la commune, qui l'acheta et la préserva ainsi de la destruction. Aujourd'hui elle ne pèse plus que $4^{kg},200$.

» La météorite est grossièrement, autant qu'on peut en juger après les cassures qu'elle a subies, de la forme d'un parallélépipède à arêtes émoussées, ayant $0^m,18$, $0^m,13$ et $0^m,11$ dans les principales dimensions.

» Ses faces sont recouvertes d'une croûte remarquablement épaisse et généralement chagrinée, sur laquelle quelques grains métalliques font fortement saillie. Çà et là brillent des paillettes de mica, d'origine évidemment terrestre, aussi bien que l'argile qui salit la surface de l'échantillon en certains points. L'une des faces est concave; deux autres, au contraire, sont légèrement convexes. Sur le reste de la surface se présentent les cupules, ou piézoglyptes, caractéristiques de l'action érosive des gaz fortement comprimés.

» Une cassure artificielle a mis à découvert une surface frottée et striée intérieure, sur laquelle ont été écrasés et étirés les grains de fer nickelé, comme il arrive souvent. Considérée dans sa cassure, cette météorite est d'un gris foncé, avec des taches ocracées, qui résultent évidemment d'une altération que la météorite a rapidement subie depuis sa chute, comme il pourrait résulter de traces de protochlorure de fer.

» Sa structure grésiforme résulte de l'agglomération de grains très différents les uns des autres. Les uns, parfois assez volumineux, sont d'un blanc crayeux; les plus nombreux sont d'un gris cendré. On distingue çà et là des grains globuliformes (*chondrites* de Gustave Rose) et des grains arrondis, d'un jaune de bronze, consistant en pyrrhotine. Sur ce fond pierreux et sur les surfaces striées qui traversent la masse, on voit aussi de nombreuses grenailles de fer nickelé, qui apparaissent de toutes parts à la suite d'un polissage artificiel. Elles sont de très faible dimension et d'une forme tuberculeuse, très irrégulière.

» La densité de la météorite, à la température de 21°, est égale à 3,51.

» Soumise à l'action de l'acide chlorhydrique, la météorite perd environ 60 pour 100 de son poids. La partie attaquée consiste en un mélange de péridot, de fer nickelé et de pyrrhotine, qui est reconnaissable à l'hydrogène sulfuré qui se dégage.

» Le résidu inattaquable, examiné au microscope, contient un très grand

nombre de grains cristallins, très actifs sur la lumière polarisée, dont quelques-uns présentent des contours prismatiques. On y observe aussi, d'une part, des clivages parallèles entre eux, disposés les uns suivant la longueur du prisme, les autres perpendiculairement, d'autre part, des inclusions, comme on en rencontre toujours dans l'enstatite des météorites.

» A la substance pierreuse inattaquable sont associés des grains noirs, absolument opaques, comme le fer chromé, présentant parfois des contours octaédriques; leur nature est confirmée par l'essai direct au chalumeau.

» L'examen d'une lame mince permet de voir comment ces éléments sont associés dans la météorite. Tout d'abord on distingue l'enstatite, disposée en aiguilles rayonnant autour de certains centres et constituant des masses globulaires. Ces parties sont disséminées au milieu de péridot granulaire, qui contient aussi des grains métalliques de fer nickelé et de pyrrhotine.

» Par l'ensemble de ses caractères, la météorite de Maël-Pestivien se rapproche tout à fait de celles qui sont tombées, le 10 septembre 1813, à Limerick (Adare) et, le 10 octobre 1867, à Ohaba, dans le Siebenbourg.

» Comme celles-ci, elle fait donc partie du groupe des Sporadosidères, auquel appartiennent le plus grand nombre des chutes, et du sous-groupe des Oligosidères.

» Je ne terminerai pas sans adresser mes remercîments à M. V. Micault, ancien procureur de la République, à qui je dois la connaissance de cette chute. En m'en transmettant de petits échantillons, il a bien voulu y joindre l'indication des principaux caractères chimiques de la pierre et sa densité, qu'il avait très exactement observés lui-même.

» Mgr David, évêque de Saint-Brieuc et de Tréguier, à qui la météorite avait été offerte par le desservant de la commune, a eu la générosité de s'en dessaisir en faveur de la collection du Muséum, afin que ce précieux échantillon fût plus utile à la Science. Je serai l'interprète de l'administration du Muséum et des savants en lui présentant l'expression de notre reconnaissance. »

COSMOLOGIE. — *Sur une météorite tombée le* 6 *septembre* 1841 *dans les vignes de Saint-Christophe-la-Chartreuse, commune de Roche-Servières (Vendée).* Note de M. **Daubrée.**

« Le 6 septembre 1841, après une double détonation, semblable à celle d'un fort coup de tonnerre, qui se fit entendre au loin et qui fut précédée

d'une apparition lumineuse, une météorite tomba dans le fief de vignes de Saint-Christophe-la-Chartreuse, commune de Roche-Servières (Vendée).

» Ce phénomène causa une grande frayeur dans la contrée. Le premier jour, aucun des habitants n'osa approcher du terrible objet; on ne portait même, dit-on, qu'avec crainte le regard vers le lieu où il était tombé. Le lendemain, un jeune homme, s'étant transporté sur le point frappé, y trouva la météorite, qu'il ramassa.

» Cette météorite, du poids de 5^{kg},500, est entre les mains d'un propriétaire qui ne veut pas la communiquer, ni même en détacher le moindre fragment; il faut donc se borner à enregistrer l'existence de cette chute, qui était restée inédite.

» Bien souvent des personnes, d'une bonne foi incontestable, annoncent avoir été témoins de la chute de météorites, dont elles se sont empressées de ramasser des échantillons. Elles sont victimes d'illusions de plus d'une sorte, ainsi que le prouve l'examen des substances recueillies (¹). Mais d'un autre côté, et sans qu'il y ait compensation, les deux exemples de chutes restées inconnues que je viens de signaler, quoiqu'elles aient eu lieu dans une région civilisée de l'Europe et où la presse enregistre les moindres événements, suffisent pour montrer combien les Catalogues annuels des chutes sont au-dessous de la réalité. Il est donc au moins prématuré de chercher à tirer des conséquences d'une statistique aussi incomplète. »

AGRICULTURE. — *Enquête sur la situation de l'Agriculture en France en* 1879. Note de M. CHEVREUL.

« Comme Président de la Société nationale d'Agriculture de France, j'ai l'honneur de présenter, au nom de cette Société, à l'Académie des Sciences, deux Volumes relatifs à une *Enquête sur la situation de l'Agriculture en France en* 1879, ordonnée par M. Tirard, Ministre de l'Agriculture et du Commerce.

» Une Lettre du Ministre comprend une série de questions sur les sujets qu'il veut connaître.

» Conformément à son désir, une Lettre de M. le Secrétaire perpétuel Barral a été adressée à tous les correspondants de la Société, après avoir été lue et approuvée par elle.

(¹) Nous avons formé au Muséum une série de ces fausses météorites, recueillies par des personnes de très bonne foi, dont il ne sera peut-être pas sans utilité de donner un aperçu.

» Quatre-vingt-huit correspondants ont répondu, et leurs réponses composent le premier Volume.

» Le Tome II renferme le résultat des discussions provoquées par les rapports des huit sections composant la Société : ce sont les résultats de ces discussions que M. le Secrétaire perpétuel a coordonnés avec une grande précision dans le second Tome.

» Je joins à ces deux Volumes le compte rendu de la séance publique de la Société présidée par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce. Il comprend un discours de M. le Ministre, une allocution du Président annuel, un compte rendu des travaux de l'année, et enfin les Rapports concernant les médailles décernées aux personnes jugées dignes de les recevoir pour les services qu'elles ont rendus récemment à l'Agriculture. »

HYGIÈNE. — *Sur l'utilité des quarantaines.* Note de M. DE LESSEPS.

« Je viens de lire, dans les *Comptes rendus* de notre dernière séance, la réponse verbale de mon ami M. Bouley à ma Communication d'un fait tendant à constater l'innocuité du climat de Panama pour la propagation de la fièvre jaune. En signalant ce fait, j'ai ajouté que je ne croyais pas à l'efficacité des quarantaines. J'appuie cette opinion sur une situation dont j'ai été témoin en Égypte en 1834 et 1835. A cette époque, les quarantaines, dont le service était dirigé et surveillé avec sévérité par le corps consulaire étranger, n'ont pas empêché l'introduction ni le développement de la plus grande peste qui ait sévi en Orient, puisqu'elle a enlevé en huit mois le tiers de la population de la basse Égypte, particulièrement d'Alexandrie et du Caire, tandis qu'elle n'a pas fait de victimes dans la haute Égypte, malgré l'existance de communications journalières avec le reste du pays.

» Il s'agit de savoir si, depuis que la peste d'Orient n'a pas été introduite en Europe, il ne faut pas en attribuer la cause aux institutions hygiéniques et de salubrité des villes et des campagnes, qui ont été adoptées parmi les populations orientales.

» Je demanderai si, pendant les quarantaines de Marseille aux époques des pestes égyptiennes, un seul des gardiens de santé chargés d'ouvrir au Lazaret les balles contenant le coton récolté en Égypte a été atteint de ces maladies contre lesquelles les précautions étaient prises. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nature de l'immunité des moutons algériens contre le sang de rate. Est-ce une aptitude de race?* Note de M. **A. Chauveau**.

« La question formulée dans le titre de cette Note est une des plus intéressantes de celles dont j'ai poursuivi la solution avec mes expériences sur les moutons algériens.

» J'ai d'abord cherché si l'immunité est congénitale. Pour cela, je n'ai eu qu'à inoculer des agneaux venant de naître. Je me suis assuré ainsi que l'immunité existe au moment même de la naissance. Les faits que j'ai observés en témoignent unanimement. Je me bornerai à signaler ceux qui m'ont été fournis par les sujets du troisième lot de mes expériences d'Alger, dont je vais maintenant compléter l'histoire.

» Il s'agissait de quatre brebis suitées. Ces brebis venaient de mettre bas. Les agneaux, inoculés en même temps que les mères, reçurent sous la peau une dose de matière charbonneuse proportionnellement plus forte que celle qui servit à l'inoculation des brebis. Or les agneaux résistèrent aussi bien et même mieux que celles-ci. Une des mères succomba, en effet, tandis que tous les agneaux survécurent, après avoir manifesté un malaise passager. Chose remarquable, ce malaise fut surtout accentué sur le jeune sujet dont la mère succomba. Cet agneau eut de la prostration, de la diarrhée, une fièvre plus forte que les autres; on crut un instant son état grave; l'animal était cependant complètement rétabli avant le neuvième jour, lorsque sa mère mourut.

» Ainsi les agneaux, à peine nés, sont déjà en possession de l'aptitude précieuse de résister au sang de rate; de plus, quand cette propriété se manifeste avec certains signes d'amoindrissement, c'est que la mère ne jouissait elle-même que d'une immunité extrêmement amoindrie. L'immunité congénitale des agneaux algériens se présente donc nettement comme un héritage maternel. Faut-il en conclure que c'est une propriété de famille, créée avec la race, en même temps que les autres caractères qui constituent celle-ci? Un moment j'ai pensé le contraire; je m'étais cru autorisé, par un certain ensemble de considérations, à croire que l'immunité spéciale dont je m'occupe ici n'est pas un caractère inné appartenant à la race, mais bien plutôt une propriété acquise par l'ensemble des individus dans le milieu algérien. Les idées instigatrices qui me dominaient alors me portaient à admettre que les moutons trouvent abondamment et incessamment, dans ce milieu, des germes de bactéridies bénignes qui, en

se développant dans l'organisme de l'animal, créent l'immunité contre l'action de la bactéridie charbonneuse vraie, et que cette influence s'exerce même, surtout peut-être, sur le fœtus pendant la vie intra-utérine.

» Des faits expérimentaux précis n'ont pas tardé à me démontrer qu'il fallait abandonner cette hypothèse. Le moyen infaillible d'en vérifier la valeur, c'était de déterminer quelle est l'influence du milieu algérien sur les animaux européens qui y sont transplantés; c'était de voir si, par leur séjour et leur reproduction répétée dans ce milieu, les races non indigènes y perdent leur aptitude bien connue à prendre le sang de rate, ou si, tout au moins, cette aptitude se modifie sensiblement. J'ai eu la chance de pouvoir me procurer à Alger deux sujets qui se trouvaient dans les meilleures conditions pour l'exécution de l'expérience indiquée.

» Ces sujets appartenaient à un petit troupeau de mérinos entretenu depuis une douzaine d'années dans une ferme de la commune de Rouiba, à l'entrée de la plaine de la Mitidja. Le troupeau dont il s'agit a été formé avec des reproducteurs provenant de la bergerie de l'État jadis installée à Ben-Chicao. Ces reproducteurs étaient issus de mérinos originaires de Rambouillet. Le propriétaire considère son troupeau comme étant de pur sang. Au moins peut-il affirmer qu'il n'y a jamais eu chez lui de croisement avec le mouton du pays. Mes deux sujets, beaux agneaux d'un an, étaient des descendants à la quatrième ou la cinquième génération des animaux achetés à Ben-Chicao; ils pouvaient donc être considérés comme bien acclimatés et complètement imprégnés du milieu algérien, où vit et s'est développée la famille.

» Le vendredi 2 avril, ces deux sujets sont inoculés en même temps que trois animaux témoins : une chèvre et deux lapins. On fait l'inoculation exactement dans les mêmes conditions que sur les moutons algériens, dont l'histoire a été rappelée et complétée ci-dessus. Cette inoculation donna les résultats les plus nets. Elle fit périr du sang de rate tous les sujets consacrés à cette expérience. L'un des deux moutons mourait le 4 avril, trente-trois heures après l'inoculation. L'autre mouton succombait huit à dix heures plus tard, dans la nuit du 4 au 5 avril. Sur tous deux, l'infection bactéridienne était des mieux caractérisées. Ils jouissaient donc au plus haut degré de l'aptitude à subir cette infection.

» Cette expérience aura besoin d'être répétée; mais les résultats qu'elle a donnés sont si clairs, qu'il est impossible de ne pas la considérer comme une preuve suffisante de l'impuissance du milieu algérien à communiquer aux moutons de France l'immunité contre le sang de rate.

» Après cette deuxième expérience, on ne peut échapper aux conséquences de la première, c'est-à-dire à l'obligation de considérer l'immunité des moutons algériens comme une propriété de race. Tout au moins est-on forcé d'admettre que les moutons algériens ont une aptitude innée toute spéciale, qui leur donne la propriété d'acquérir cette immunité dans le milieu algérien. Peut-être est-il mieux d'accepter provisoirement cette dernière manière de voir, c'est-à-dire de considérer comme innée l'aptitude à acquérir l'immunité, plutôt que l'immunité elle-même. Avant d'écarter définitivement l'influence habituelle du milieu algérien sur la conservation, sinon sur la formation de cette immunité, il faut savoir ce qu'elle devient quand les familles de moutons algériens sont transportées dans un nouveau milieu. Or, certains faits cliniques qui m'ont été communiqués par un vétérinaire distingué d'Arles, M. Delorme, semblent de nature à faire croire que l'immunité s'affaiblit à la longue dans les troupeaux algériens implantés dans la Provence. Une bonne démonstration expérimentale ne tardera pas à nous dire ce qu'il en faut penser. En attendant, la prudence conseille de ne pas aller, dans nos conclusions, au delà de la limite que nous venons d'indiquer.

» Il me reste à examiner maintenant si parmi les moutons d'Algérie dont j'ai parlé jusqu'à présent d'une manière générale, en ayant seulement égard au caractère de l'indigénat, il existe des races plus ou moins privilégiées. J'ai pu constater *de visu* que cette population ovine indigène est en somme très homogène. Dans la plus grande partie de l'Algérie, les moutons sont remarquables par l'identité des caractères fondamentaux qu'ils présentent. Ces caractères se retrouvent partout du littoral aux régions sahariennes. On comprend bien qu'il n'en soit pas autrement quand on sait que les troupeaux, dont l'élevage est généralement entre les mains des Arabes, sont presque partout soumis au régime de la transhumance et se déplacent continuellement du sud au nord et du nord au sud. Les variations que le type présente dans les provinces d'Oran et d'Alger sont insignifiantes. Dans la province de Constantine, elles sont beaucoup plus marquées. La région occidentale, limitrophe à la province d'Alger, présente en général une population ovine semblable à celle de cette dernière province, témoin les troupeaux immenses, maintenant quasi sédentaires, de la tribu des Abd-en-Nour. Comme familles particulières, je signalerai, avec M. Chevalier, les Amérias, au sud-est de Constantine, et les Sahalias du littoral. Mais la particularité la plus importante à noter concerne la région orientale de la province, limitrophe au pays tunisien. Cette région

est occupée par la race de moutons à grosse queue dits *moutons syriens*, plus connus dans le pays sous le nom de *moutons tunisiens* ou *barbarins*. C'est seulement dans cette partie de l'Algérie qu'existent les vrais moutons à queue lipomateuse. Partout ailleurs, les moutons ont la queue plus ou moins fine, et ce caractère se montre d'autant plus marqué qu'on s'avance davantage vers l'ouest.

» Nulle part, dans l'Algérie proprement dite, on ne trouve de moutons purs ou croisés de la race du Soudan. Il faut aller jusqu'à El Goléah pour étudier ces singuliers animaux.

» Les moutons algériens sur lesquels j'ai expérimenté en France étaient tous en provenance de Philippeville : c'étaient des syriens ou tunisiens, plus ou moins purs, et des moutons des Abd-en-Nour. Parmi ceux qui ont servi à mes expériences d'Alger, les uns étaient nés dans la plaine de la Mitidja, d'autres provenaient d'Aumale, quelques-uns avaient été achetés à Djelfa, les plus beaux étaient originaires des environs de Tiaret. Je n'ai pas constaté de différences sensibles d'aptitude entre ces divers sujets. Dans le nombre, il s'est trouvé deux moutons d'un an qui avaient du sang mérinos. La marque n'en était visible que dans la toison; mais cette empreinte était extrêmement nette. Or, ces deux sujets ont parfaitement résisté aux inoculations de sang de rate qui leur ont été faites.

» En résumé, tous les moutons indigènes de l'Algérie jouissent, à un degré plus ou moins marqué, de l'immunité contre le sang de rate, et peuvent la communiquer par le croisement aux moutons européens.

» Cette propriété est congénitale et naturelle.

» Les familles de moutons français qui se propagent dans le milieu algérien ne l'acquièrent pas; mais il n'est pas démontré que les familles de moutons algériens qui se propagent dans le milieu français ne puissent pas la perdre. On n'est donc pas encore autorisé à refuser toute influence au milieu algérien, au moins sur la conservation de l'immunité dont les moutons d'Afrique font preuve. »

MEMOIRES LUS.

GÉODÉSIE. — *Détermination de la différence de longitude entre Paris et Bonn.* Note de MM. **Le Clerc** et **de Bernardières**.

« L'Observatoire de Montsouris avait déjà produit d'utiles travaux lorsque le Bureau des Longitudes et l'Institut géodésique international

fixèrent d'un commun accord les bases de l'importante entreprise géodésique destinée à relier la France à l'Allemagne et à la Suisse. C'était faire connaître les ressources du nouvel établissement et remplir le but qu'on s'était proposé en le créant que de l'associer à ces intéressantes déterminations. Les opérations franco-suisses furent réservées à M. le lieutenant-colonel Perrier et aux officiers d'état-major, tandis que M. le contre-amiral Mouchez revendiquait pour les officiers de marine placés sous sa direction la tâche de mesurer les différences de longitude entre Paris et Berlin et entre Paris et Bonn. M. le capitaine de frégate Le Clerc et M. le lieutenant de vaisseau de Bernardières furent désignés pour être les collaborateurs de M. Lœwy, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, qui avait pris une large part à plusieurs recherches analogues exécutées dans ces dernières années.

» M. Le Clerc a eu l'honneur de rendre compte à l'Académie des opérations qu'il a effectuées avec M. Lœwy à Paris et à Berlin, et a fait ressortir toute l'importance de cette détermination, entreprise simultanément et d'une façon entièrement indépendante par une mission d'astronomes allemands et par la mission française; il a indiqué en même temps les points essentiels qui caractérisent les divers appareils et les procédés employés par les observateurs des deux pays.

» La différence de longitude entre Paris et Bonn a été mesurée dans des conditions semblables, avec les mêmes instruments astronomiques et avec les mêmes appareils électriques, agencés par M. Lœwy et si remarquables, tant au point de vue de la commodité du fonctionnement que de la précision qu'ils permettent d'atteindre.

» Le directeur de l'Observatoire de Bonn, M. le professeur Schönfeld, nous avait obligeamment prêté une de ses grandes salles méridiennes, et notre installation ne laissait rien à désirer. D'un autre côté, les communications électriques étaient assurées par la ligne de Francfort-sur-le-Mein, et à défaut par celle de Cologne, au moyen d'un fil direct que l'Administration des télégraphes mettait chaque nuit à notre disposition. Tout aurait donc marché à nos souhaits si le temps, avec lequel les astronomes et les marins sont obligés de compter, n'était venu trop souvent déjouer notre zèle et ralentir nos opérations.

» Sans vouloir médire de Bonn, qui est un charmant séjour, nous devons à la vérité de constater que l'état de son ciel se ressent du voisinage du Rhin et n'est guère propice aux observations, pendant l'été surtout; aussi nous a-t-il fallu nous armer de patience pour arriver à compléter le nombre

de belles nuits nécessaire à l'achèvement de nos travaux. Ces retards étaient également préjudiciables aux délégués allemands qui devaient nous succéder à Bonn et se proposaient de relier directement à Paris et à Berlin, par deux mesures indépendantes, cette station frontière, qui occupe une position très importante dans le réseau géodésique de l'Europe centrale.

» Suivant le programme arrêté, M. Le Clerc a fait les premières opérations à Paris tandis que nous commencions à Bonn. Les observateurs se sont déplacés au milieu du travail et ont déterminé à ce moment, de même qu'au début et à la fin, la différence de leur équation personnelle.

» Le Tableau suivant résume les résultats des dix-huit soirées d'observation ; nous les aurions publiés plus tôt si les obligations de notre service ne nous avaient tenus longtemps éloignés de France.

Première série.

(M. Le Clerc à Paris, M. de Bernardières à Bonn.)

Date. 1877.	Différence de longitude.	Erreur probable.	Poids.
	m s	s	
Juin 29	19.2,412	± 0,015	5,4
Juillet 3	19.2,372	± 0,023	2,3
6	19.2,371	± 0,017	4,2
7	19.2,304	± 0,014	6,2
11	19.2,404	± 0,017	4,2
15	19.2,310	± 0,020	3,1
21	19.2,422	± 0,015	5,4

Deuxième série.

(M. Le Clerc à Bonn, M. de Bernardières à Paris.)

Date. 1877.	Différence de longitude.	Erreur probable.	Poids.
	m s	s	
Août 5	19.2,605	± 0,024	2,1
6	19.2,514	± 0,020	3,1
8	19.2,459	± 0,026	1,8
10	19.2,44[illegible]	± 0,022	2,5
13	19.2,532	± 0,014	6,2
15	19.2,508	± 0,023	2,3
17	19.2,547	± 0,014	6,2
18	19.2,538	± 0,021	2,8
19	19.2,504	± 0,014	6,2
20	19.2,521	± 0,025	2,0
21	19.2,493	± 0,019	3,4

» Formant la moyenne pondérée des valeurs individuelles, on trouve :

Première série	$L_1 = 19^m 2^s,372$
Deuxième série	$L_2 = 19^m 2^s,518$

» Chacun de ces résultats est affecté d'une erreur égale et de signe contraire, exprimant l'influence des équations personnelles des deux observateurs. La demi-différence $\frac{L_2 - L_1}{2}$ fournit donc la valeur de cet élément ; le nombre ainsi calculé concorde d'une manière satisfaisante avec les évaluations directes.

» La moyenne $\frac{L_1 + L_2}{2} = 19^m 2^s,445$ représente la différence de longitude entre les deux piliers d'observation. Pour rapporter cette mesure au méridien de Cassini et au centre de l'Observatoire de Bonn, il faut ajouter au nombre précédent les quantités respectives $-0^s,238$, $+0^s,062$. On obtient ainsi définitivement, pour la différence de longitude entre le méridien de Cassini et le méridien central de l'Observatoire de Bonn, $19^m 2^s,269$; erreur probable, $\pm 0^s,009$.

» Les astronomes allemands ont trouvé, pour la mesure du même arc, $19^m 2^s,231$.

» Ces nombres diffèrent de moins de $0^s,04$; la valeur si minime de cet écart réalise pleinement les espérances que nous avions fondées sur la conformité des résultats, déterminés l'un et l'autre dans les conditions de haute précision que comportait ce travail fondamental. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. Marié-Davy et Albert Lévy soumettent au jugement de l'Académie une Note portant pour titre « Des variations du temps et des changements de proportion de l'acide carbonique de l'air. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. C. Maher adresse, pour le Concours de Statistique, un Mémoire portant pour titre « Statistique médicale de Rochefort en 1879 ».

(Renvoi à la Commission.)

Un Anonyme adresse, pour le Concours du grand prix des Sciences mathématiques, un Supplément au Mémoire portant pour épigraphe « *Auxilio functionum abelianarum* ».

(Renvoi à la Commission.)

M. E. **Turgan** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Oppolzer*, intitulé : « Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten » ; 2e volume. (Présenté par M. Lœwy.)

2° Un Ouvrage de M. *F. Pisani*, intitulé « Traité pratique d'Analyse chimique qualitative et quantitative ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques remarques relatives à l'équation de Lamé*. Note de M. **Escary**.

« I. L'équation de Lamé a été, pendant ces dernières années, l'objet des recherches profondes de M. Hermite. Elle a également attiré l'attention de MM. Brioschi, Fuchs et Gyldén. Les travaux de M. Hermite sur ce sujet sont trop connus pour qu'il soit nécessaire d'insister sur leur haute importance et leur étendue. On sait aussi que MM. E. Picard et Mittag-Leffler sont parvenus, en appliquant les méthodes de notre illustre maître, à intégrer d'une manière générale une classe étendue d'équations différentielles linéaires d'ordre quelconque et à coefficients composés de fonctions doublement périodiques, c'est-à-dire offrant de l'analogie avec l'équation dont il s'agit.

» En restant dans l'ordre d'idées inauguré par Lamé et poursuivi par MM. Liouville et Heine, c'est-à-dire en restant plus près de la théorie du potentiel et de l'importante extension de la série de Fourier, qui consiste, comme on le sait, à remplacer les sinus et cosinus des multiples de la variable par des polynômes entiers qui remplissent le même objet et dont les

degrés croissent indéfiniment, nous allons présenter quelques remarques sur les fonctions rencontrées dans cette voie par Lamé lui-même, et dépendantes de fonctions doublement périodiques.

» Nous rappellerons, à cet effet, que l'intégrale générale de l'équation

$$(1)\qquad (1-x^2)^2y''+\tfrac{1}{2}[(1-x^2)^2]'y'+[n(n+1)(1-x^2)-l^2]y=0$$

est

$$(2)\qquad y=\mathrm{GP}_l^{(n)}+\mathrm{HP}_l^{(n)}\int\frac{dx}{[\mathrm{P}_l^{(n)}]^2(1-x^2)}\quad(^1),$$

en posant, pour abréger,

$$\mathrm{P}_l^{(n)}=\frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)}(1-x^2)^{\frac{l}{2}}\frac{d^{n+l}(x^2-1)^n}{dx^{n+l}}.$$

L'intégrale générale de l'équation

$$(3)\qquad x^2(1-x^2)y''+\tfrac{1}{2}[x^2(1-x^2)]'y'+[n(n+1)x^2-l^2]y=0$$

est également

$$(4)\qquad y=\mathrm{G}\mathfrak{P}_l^{(n)}+\mathrm{H}\mathfrak{P}_l^{(n)}\int\frac{dx}{[\mathfrak{P}_l^{(n)}]^2x\sqrt{1-x^2}}.$$

On l'obtient en remplaçant, dans l'intégrale (2), $\mathrm{P}_l^{(n)}$ par $\mathfrak{P}_l^{(n)}$, et, à cause de $x^2=1-x'^2$, $\frac{dx}{1-x^2}$ par $-\frac{dx'}{x'\sqrt{1-x'^2}}$, et supprimant l'accent. La fonction $\mathfrak{P}_l^{(n)}$ s'obtient elle-même en remplaçant, dans $\mathrm{P}_l^{(n)}$, x^2 par $1-x'^2$, et supprimant également l'accent (²).

» II. Cela étant, nous observerons d'abord que l'identité remarquée par Lamé, savoir :

$$(\rho^2-\mu^2)\left(h\frac{\nu^2}{c^2}-g\right)+(\nu^2-\rho^2)\left(h\frac{\mu^2}{c^2}-g\right)+(\mu^2-\nu^2)\left(h\frac{\rho^2}{c^2}-g\right)=0,$$

peut tout aussi bien s'écrire

$$(\rho^2-\mu^2)\left[h\left(\frac{\nu^2}{c^2}-k^2\right)+l^2\right]+(\nu^2-\rho^2)\left[h\left(\frac{\mu^2}{c^2}-k^2\right)+l^2\right]$$
$$+(\mu^2-\nu^2)\left[h\left(\frac{\rho^2}{c^2}-k^2\right)+l^2\right]=0.$$

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 558.

(²) *Ibid.*, t. XC, p. 1341.

Alors, en ayant égard aux six relations distinctes, savoir ([1])

$$(a)\qquad \left\{\begin{array}{ll} A^2+B^2=k^2, & A^2+C^2=1,\\ A_1^2-B_1^2=k^2, & A_1^2+C_1^2=1,\\ A_2^2-B_2^2=k^2, & A_2^2-C_2^2=1,\end{array}\right.$$

les trois équations aux différentielles ordinaires de Lamé s'écrivent sous la forme condensée

$$(5)\qquad B_i^2C_i^2y''+\tfrac{1}{2}(B_i^2C_i^2)'y'+[n(n+1)B_i^2-l^2]y=0.$$

Dans cette équation, la variable indépendante est A_i, et l'indice i doit être successivement supprimé, égal à 1, égal à 2. L'intégrale générale de cette équation est

$$(6)\qquad y=G\Phi_l^{(n)}+H\Phi_l^{(n)}\int\frac{dA_i}{(\Phi_l^{(n)})^2B_iC_i},$$

où l'on a encore posé, pour abréger,

$$\begin{aligned}\Phi_l^{(n)}&=\frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)}B_i^l\sum_{\mu=0}^{\mu=h}\left[(-1)^\mu\frac{n(n-1)(n-2)\ldots(n-\mu+1)}{1.2.3\ldots\mu}\right.\\&\qquad\left.\times\frac{d^{n+l}z^{2n-2\mu}}{dz^{n+l}}C_i^{2h-2\mu}\right]_{z=1}\\&=\frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)}B_i^l\frac{d^{n+l}(C_i^2-1)^n}{dC_i^{n+l}}\\&=\frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)}(k^2-A_i^2)^{\frac{l}{2}}\sum_{\mu=0}^{\mu=h}\left[(-1)^\mu\frac{n(n-1)(n-2)\ldots(n-\mu+1)}{1.2.3\ldots\mu}\right.\\&\qquad\left.\times\frac{d^{n+l}z^{2n-2\mu}}{dz^{n+l}}(1-A_i^2)^{h-\mu}\right]_{z=1}.\end{aligned}$$

C'est l'intégrale générale de l'équation de Lamé. Elle a été obtenue pour la première fois, sous cette forme, par M. Liouville, en laissant toutefois la valeur du polynôme $\Phi_l^{(n)}$ inconnue, et par suite les rôles respectifs des entiers n et l indéterminés. On voit, par la seconde valeur de $\Phi_l^{(n)}$, que l'on doit avoir nécessairement $l\leqq n$. On connaît les beaux résultats auxquels M. Liouville est néanmoins parvenu.

» Si dans l'équation (5) on fait tendre le module k vers zéro par voie de continuité, on tombe dans l'équation (3) pour i égal à 1 ou égal à 2, et le polynôme $\Phi_l^{(n)}$ se change en $\mathfrak{P}_l^{(n)}$. Dans le cas de i supprimé, cette même équation (5) devient impossible.

([1]) Lamé, *Leçons sur les fonctions inverses*, etc., p. 47.

» Si l'on y suppose de la même manière $k = 1$, on tombe sur l'équation (1) dans les cas où i est supprimé ou égal à 2, et le polynôme $\Phi_i^{(n)}$ se change en $P_i^{(n)}$. Pour i égal à 1, l'équation (5) devient, dans cette nouvelle hypothèse, impossible. Dans ces deux cas limites, on a égard, bien entendu, aux valeurs que prennent les fonctions qui entrent dans les relations (a).

» Les intégrales générales des équations

$$(7)\qquad \begin{cases} C_i^2 A_i^2 y'' + \frac{1}{2}(C_i^2 A_i^2)' y' + [n(n+1)C_i^2 - l^2] y = 0, \\ A_i^2 B_i^2 y'' + \frac{1}{2}(A_i^2 B_i^2)' y' + [n(n+1)A_i^2 - l^2] y = 0, \end{cases}$$

dans lesquelles les variables indépendantes sont respectivement B_i et C_i, s'obtiennent de la même manière et sous la même forme. Seulement, lorsque la variable indépendante est B_1, B_2 ou C_2, les racines du polynôme $\Phi_i^{(n)}$, égalé à zéro, sont imaginaires, et, pour conserver à ce polynôme, et par suite aux équations différentielles (7), ainsi qu'à l'intégrale (6), une forme invariable, on doit remplacer cette variable indépendante, dans ces trois cas, respectivement par iB_1, iB_2, iC_2, la lettre i représentant ici l'imaginaire $\sqrt{-1}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration d'un nombre quelconque d'équations simultanées entre un même nombre de fonctions de deux variables indépendantes et leurs dérivées partielles du premier ordre.* Mémoire de M. **L.-V. Turquan**. (Extrait par l'auteur.)

« z et z_1 désignant deux fonctions inconnues de x et y, p et q, p_1 et q_1 leurs dérivées partielles du premier ordre, on se propose d'intégrer les deux équations simultanées

$$f_1(x, y, z, p, q, z_1, p_1, q_1) = 0,$$
$$f_2(x, y, z, p, q, z_1, p_1, q_1) = 0.$$

Ces équations déterminent deux surfaces, dont on peut concevoir les équations mises sous la forme

$$z = \mathcal{F}(x, \alpha), \quad z_1 = \mathcal{F}_2(x, \beta),$$
$$y = \mathcal{F}_1(x_1, \alpha), \quad z_2 = \mathcal{F}_3(x_1, \beta);$$

on se propose de chercher ces deux couples d'équations.

» La résolution du problème dépend de l'intégration du système des

huit équations suivantes :

$$(\text{A})\quad\left\{\begin{aligned}&\left(\frac{df_1}{dx}+\frac{df_1}{dz}p+\frac{df_1}{dz_1}p_1\right)dx+\frac{df_1}{dp}dp+\frac{df_1}{dp_1}dp_1=0,\\&\left(\frac{df_1}{dy}+\frac{df_1}{dz}q+\frac{df_1}{dz_1}q_1\right)dy+\frac{df_1}{dq}dq+\frac{df_1}{dq_1}dq_1=0,\\&\left(\frac{df_2}{dx}+\frac{df_2}{dz}p+\frac{df_2}{dz_1}p_1\right)dx+\frac{df_2}{dp}dp+\frac{df_2}{dp_1}dp_1=0,\\&\left(\frac{df_2}{dy}+\frac{df_2}{dz}q+\frac{df_2}{dz_1}q_1\right)dy+\frac{df_2}{dq}dq+\frac{df_2}{dq_1}dq_1=0,\\&dz=p\,dx+q\,dy,\\&dz_1=p_1dx+q_1dy,\\&\Delta=0,\end{aligned}\right.$$

$$(\text{A}')\qquad s\left(\frac{df_1}{dq}dx-\frac{df_1}{dp}dy\right)+s_1\left(\frac{df_1}{dq_1}dx-\frac{df_1}{dp_1}dy\right)=0,$$

Δ étant le déterminant

$$\Delta=\begin{vmatrix}\left(\frac{df_1}{dq}dx-\frac{df_1}{dp}dy\right)&\left(\frac{df_1}{dq_1}dx-\frac{df_1}{dp_1}dy\right)\\\left(\frac{df_2}{dq}dx-\frac{df_2}{dp}dy\right)&\left(\frac{df_2}{dq_1}dx-\frac{df_2}{dp_1}dy\right)\end{vmatrix}$$

et s et s_1 désignant $\frac{dq}{dx}$ et $\frac{dq_1}{dx}$.

» Les sept équations (A) ne contiennent explicitement ni α ni β; on y peut regarder x comme variable indépendante. En les intégrant, on trouvera des valeurs de y, z, z_1, p, q, p_1, q_1 contenant cinq constantes arbitraires distinctes seulement, dont une, α, peut être regardée comme un paramètre variable.

» On démontre que l'élimination de α donne pour z, p, q, z_1, p_1, q_1 des valeurs fonctions de x et y qui satisfont aux équations proposées, et que ces valeurs sont liées entre elles par les relations

$$p=\frac{dz}{dx},\quad q=\frac{dz}{dy},\quad p_1=\frac{dz_1}{dx},\quad q_1=\frac{dz_1}{dy}.$$

On porte ensuite dans l'équation (A′) les valeurs de y, z, z_1, p, q, p_1, q_1 en fonction de x et α, valeurs déjà obtenues. On calcule $s=\frac{dq}{dx}+\frac{dq}{d\alpha}\frac{d\alpha}{dx}$, $s_1=\frac{dq_1}{dx}+\frac{dq_1}{d\alpha}\frac{d\alpha}{dx}$ en fonction de α et de x. Par là l'équation (A′) se trouve

transformée en une équation différentielle ordinaire entre x et α; d'où l'on tirera x en fonction de α et d'une nouvelle arbitraire β.

» Alors on pourra avoir les équations des deux surfaces cherchées sous la forme

$$z = \mathfrak{F}(x, \alpha), \quad z_1 = \mathfrak{F}_2(x, \beta),$$
$$y = \mathfrak{F}_1(x, \alpha), \quad y = \mathfrak{F}_3(x, \beta).$$

Le problème qu'on s'était proposé est donc résolu.

» On a déjà obtenu z et z_1 en fonction de x et y et de quatre constantes arbitraires. Ces deux valeurs forment l'intégrale complète. On détermine les quatre arbitraires qui entrent dans z et z_1 de manière que, pour $x = x_0$, z et z_1 deviennent des fonctions arbitrairement données de la valeur initiale y_0 de y, savoir φy_0 et ψy_0, et que les dérivées q et q_1 deviennent en même temps $\varphi' y_0$ et $\psi' y_0$. Enfin, de l'intégrale complète, on déduit l'intégrale générale.

» La deuxième Partie du Mémoire n'est qu'une généralisation de la première. »

OPTIQUE. — *Sur les raies brillantes spectrales du métal scandium.* Note de M. **Rob. Thalén**, présentée par M. Cornu.

« Pendant l'année dernière, M. L.-F. Nilson, professeur de Chimie à Upsal, a annoncé le premier l'existence d'un nouveau métal, nommé *scandium*, qu'il a trouvé dans de l'erbine, extraite en partie de gadolinite et en partie d'euxénite. En mars 1879, j'ai déterminé d'une façon approximative les longueurs d'onde des raies spectrales appartenant à ce corps; cette détermination accompagnait la publication de M. Nilson (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 645, 24 mars 1879). Cependant, le produit chimique employé étant très mêlé d'ytterbine, les déterminations spectrales ne pouvaient s'exécuter que par la méthode d'élimination, c'est-à-dire par la comparaison directe des deux spectres, savoir celui de l'ytterbine et celui du mélange d'ytterbine et de scandine. On comprendra donc qu'il ne m'a été possible d'observer que les raies les plus fortes et les plus caractéristiques du métal en question. Depuis ce temps, j'ai obtenu du chlorure de scandium en quantité suffisante, soit par M. Nilson qui l'a extrait de l'euxénite, soit par M. Clève qui a employé les minerais de gadolinite et de keilhanite. Mes observations, commencées l'été dernier et continuées pendant ce mois, ont montré sûrement que les produits obtenus

étaient parfaitement purs; ils ont donné des spectres absolument identiques entre eux. Au lieu d'une trentaine de raies spectrales que j'avais trouvées auparavant, je peux maintenant en indiquer une centaine. Je donne ci-contre en détail les résultats obtenus pour le métal dont il s'agit.

» Pour la recherche spectrale, j'ai employé l'appareil d'induction de Ruhmkorff, grand modèle, 8él à 10él de Bunsen, deux bouteilles de Leyde, six prismes en flint, dont chacun avait un angle de réfraction égal à 60°, et le grand spectroscope que j'ai décrit autrefois [1]. L'étincelle d'induction était produite entre des électrodes d'alumine, humectées de la solution du chlorure à étudier; j'employais l'héliostat de Foucault, construit par M. Duboscq. L'état du ciel a été très bon : aussi la comparaison des raies du métal avec celles du spectre solaire a-t-elle pu se faire avec une précision très satisfaisante. Les nombres obtenus se rapportent à l'Atlas du spectre solaire d'Angström. Les petites différences qu'on trouve entre mes anciennes déterminations et celles que je donne ici s'expliquent parfaitement par la différence notable de dispersion employée dans les deux cas.

» Les raies du scandium sont en général très caractéristiques, soit par leur groupement, soit par leur éclat. Elles sont presque toutes très fines, sauf quelques raies de la partie jaune et orangée, et les sept raies fortes situées dans la partie bleu-violet du spectre qui ont une certaine largeur. Parmi ces dernières, il y en a une, 4374,0, que j'ai soupçonnée de coïncider avec une raie forte de l'yttrium. Cependant, par une comparaison directe, je me suis parfaitement convaincu qu'il y a entre ces deux raies une différence de position sensible, quoique très petite. En effet, c'est la raie du scandium qui est la plus réfrangible, mais sa longueur d'onde n'est inférieure à celle de la raie de l'yttrium que de 0,4 de l'unité choisie.

» Enfin je dois signaler l'existence dans ce spectre de quelques bandes très faibles, situées entre 5900 et 5730. Conformément aux vues soutenues par feu Angström, on doit conclure de l'apparence de ces bandes qu'elles proviennent de l'oxyde du métal en question; en outre, il n'est pas tout à fait invraisemblable d'attribuer les raies assez fortes entre 6193 et 6016 à la même cause, parce qu'elles présentent aussi en quelque sorte l'aspect de bandes nuancées, dont la dégradation d'intensité se dirige également vers l'extrémité rouge du spectre.

» Voici les longueurs d'onde, exprimées en dix-millionièmes de millimètre (1 indique les raies les plus fortes et 6 les plus faibles).

---

(1) *Mémoire sur la détermination des longueurs d'onde des raies métalliques* (*Nova acta reg. Soc. Scient. Upsal.*, 3e série, vol. VI, 1868).

Couleur des rayons.	Longueur d'onde.	Intensité.	Remarques.
Orangé.	6304,0	1	
	6279,0	5	
	6258,0	5	
	6246,0	3	
	6238,0	3	
	6210,0	2	
	6192,5	5	Raies dégradées vers le rouge.
	6153,0	3	
	6145,0	5	
	6140,0	4	
	6115,0	2	
	6109,5	3	
	6100,5	3	
	6079,0	1	
	6071,5	2	
	6064,0	2	
	6037,0	1	
	6016,0	4	
	5918,0	5	
	......	min.	Bandes nuancées, très faibles, dégradées vers le rouge.
	5886,5	max.	
	......	min.	
	5877,0	»	
	5848,5	max.	
	......	min.	
	5842,0	»	
	5809,0	max.	
	......	min.	
	5801,5	»	
	5772,0	max.	
	......	min.	
	5736,5	max.	
	......	min.	
Jaune.	5723,5	4	Groupe très caractéristique.
	5716,0	4	
	5710,5	2	
	5707,5	4	
	5699,5	2	
	5686,0	2	
	5683,2	4	
	5671,0	2	
	5667,5	4	
	5665,7	4	
	5656,5	2	

Couleur des rayons.	Longueur d'onde.	Intensité.	Remarques.
Jaune (suite).	5640,0	3	
	5590,5	5	
	5564,0	5	
	5526,0	1	Très forte.
	5519,5	3	
	5513,5	3	
	5484,0	»	
	5481,0	»	
	5451,0	6	
	5445,5	4	
	5391,3	3	
	5374,5	4	
	5355,0	3	
	5348,5	3	
Vert.	5341,5	6	Très faibles.
	5340,0	6	
	5339,0	6	
	5317,5	5	
	5284,5	4	
	5257,5	4	
	5239,0	2	
	5218,5	5	
	5210,0	5	
	5117,0	5	
	5100,5	6	
	5098,5	4	
	5096,4	6	
	5089,5	6	
	5086,5	4,5	Groupe caractéristique
	5085,0	4	
	5083,0	3,5	
	5081,0	3	
	5075,5	6	
	5070,0	4	
	5063,5	5	
	5030,5	1	
	4991,0	6	
	4979,5	6	

Couleur des rayons.	Longueur d'onde.	Intensité.	Remarques.
Vert (suite).	4973,0	6	
	4953,5	5	
	4921,5	6	Extrêmement faibles.
Bleu.	4908,5	6	
	4838,0	6	
	4833,0	6	
	4827,0	6	
	4753,0	6	
	4743,0	3	Groupe caractéristique.
	4739,5	3	
	4737,0	4	
	4733,2	4	
	4728,5	4	
	4669,5	2	

Couleur des rayons.	Longueur d'onde.	Intensité.	Remarques.
Bleu (suite).	4572,5	6	
	4556,0	6	
Indigo.	4415,0	1	
	4400,0	1	
	4385,0	6	double (?).
	4374,0	1	
	4354,5	6	
	4324,5	1	
	4320,0	0	
	4314,0	1	
	4306,0	6	
	4295,0	6	
	4248,5	1	

ÉLECTRICITÉ. — *Perfectionnements apportés aux bobines du genre Siemens.* Note de M. G. **Trouvé**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Lorsqu'on trace le diagramme dynamique d'une bobine de Siemens en lui faisant opérer une révolution complète entre les deux pôles magnétiques qui réagissent sur elle, on observe que le travail est presque nul pendant deux périodes assez grandes de la rotation. Ces deux périodes correspondent aux temps pendant lesquels les pôles cylindriques de la bobine, ayant atteint les pôles de l'aimant, défilent devant eux. Durant ces deux fractions de la révolution, qui sont chacune de 30° environ, les surfaces magnétiques destinées à réagir l'une sur l'autre restent à la même distance; la bobine n'est donc pas sollicitée à tourner. Il en résulte une perte notable de travail.

» J'ai supprimé ces périodes d'indifférence et accru l'effet utile de la machine, en modifiant ainsi la bobine : les faces polaires, au lieu d'être des portions d'un cylindre dont l'axe coïncide avec celui du système, sont en forme de *limaçon*, de telle sorte qu'en tournant elles *approchent* graduellement leurs surfaces de celles de l'aimant, jusqu'au moment où le bord postérieur *échappe* le pôle de l'aimant. L'action de répulsion commence alors, de sorte que le point mort est pratiquement évité.

» L'importance de ce perfectionnement a été mise en évidence par une expérience très simple. On a construit deux bobines Siemens de même diamètre, même longueur et même enroulement, dont une seulement

avait été modifiée de la manière indiquée; on les a employées successivement en les substituant l'une à l'autre dans un moteur électrique, et l'on a constaté qu'avec une même pile on obtenait, avec la bobine modifiée, un accroissement de travail considérable.

» La bobine peut fonctionner en présence d'un aimant permanent; mais je préfère employer, comme réacteur magnétique fixe, un électro-aimant placé dans le même circuit, ce qui permet de faire varier l'énergie du courant entre des limites éloignées, sans que les intensités magnétiques respectives de l'organe fixe et de l'organe mobile cessent de demeurer dans la relation voulue.

» Le petit moteur que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie est construit d'après ces principes. Un seul couple de la pile Reynier lui imprime un mouvement de rotation rapide; avec trois couples, on fait tourner une machine à coudre. Ainsi complétée par la pile énergique, constante et inodore de M. Reynier, cette machine devient un moteur domestique commode et économique. Les mesures dynamométriques prises sur mon moteur actionné par cette pile donnent des résultats qui s'approchent, d'une manière très satisfaisante, du rendement théorique indiqué par M. Reynier (1).

» Est-il besoin d'ajouter que ce moteur est réversible, et peut, moyennant de légères modifications, être employé comme générateur d'électricité? »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la sensibilité de l'œil aux différences de lumière.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« On sait, par les travaux de Weber, Fechner, Delbœuf, etc., que les organes des sens ne peuvent distinguer les unes des autres les excitations qui agissent sur eux que lorsque ces excitations diffèrent entre elles suivant un certain rapport, constant pour chaque sens et pour chaque genre d'excitation. Ainsi, l'oreille ne distingue deux sons de même nature émis successivement que si l'un d'eux est d'un tiers plus faible ou plus fort que l'autre. L'œil ne distingue deux lumières que si leur intensité diffère d'un centième environ. On appelle *sensation différentielle* la valeur de ce rapport minimum entre les intensités de deux excitations distinctes. On a

(1) *Comptes rendus*, séance du 28 juin 1880.

proposé de prendre cette valeur pour mesure de la sensibilité de chaque organe des sens. Cela est, en effet, très rationnel quand on se sert, pour agir sur ces organes, d'excitations de même nature et surtout d'excitations *successives*. Mais il est un sens pour lequel on a déterminé la sensation différentielle en se servant, au contraire, d'excitations simultanées : c'est le sens de la vue, auquel on a présenté, dans toutes ces expériences, deux lumières contiguës, dont l'une pouvait varier d'intensité par rapport à l'autre, et qu'il s'agissait de distinguer. Il est évident que l'on apprécie alors le pouvoir de comparaison des centres nerveux entre plusieurs sensations, et non plus la loi même de l'excitation d'éléments nerveux déterminés; la sensation différentielle ainsi obtenue n'est plus la mesure de la sensibilité visuelle. On en a la preuve en examinant sous ce rapport, non pas seulement la partie de la rétine correspondant à la vision directe au point de fixation, mais des parties diverses de cette membrane. Cela a été fait, et je l'ai répété moi-même à l'aide d'une méthode spéciale; cette recherche m'a montré, comme on le savait du reste, que la sensibilité aux différences de lumières contiguës diminue notablement dans la vision indirecte, et diminue d'autant plus que l'on s'éloigne davantage du point de fixation.

» Il semblerait donc, d'après cela, que la sensibilité de l'œil à la lumière est variable suivant les diverses parties de la rétine, tandis qu'une autre méthode nous a prouvé, à M. Landolt et à moi, que tous les points de la rétine sont également impressionnés par la lumière (*Comptes rendus*, séance du 18 février 1878). Or cette contradiction cesse absolument si, au lieu de faire agir sur l'œil des lumières contiguës et simultanées, excitant ainsi des éléments nerveux différents, on emploie une seule lumière susceptible de variations successives; il est évident qu'alors on agit à la fois sur les mêmes éléments nerveux et que l'on se conforme ainsi à la règle suivie en pareille matière pour les autres sensations, telles que sensations sonores, sensations de pression, de température, etc.

» J'ai donc recherché quelle est, pour mes yeux, la quantité dont il faut augmenter ou diminuer une lumière donnée pour que je puisse reconnaître ce changement d'intensité; en d'autres termes, j'ai déterminé, pour ma vue, la valeur de la sensation différentielle sous l'influence d'excitations lumineuses successives. J'ai étudié seulement le cas d'intensités lumineuses moyennes, plutôt faibles que fortes, mais pouvant varier cependant dans des limites assez étendues, entre 1 et 50 par exemple. J'ai utilisé pour ces expériences l'appareil graduateur de la lumière dont j'ai

indiqué le principe à l'Académie le 18 février 1878 et qui m'a déjà servi pour une série de recherches précédemment communiquées ([1]).

» Dans les limites assez larges de mes expériences, j'ai trouvé la sensation différentielle sensiblement constante et égale à 7 ou 8 centièmes. En d'autres termes, étant donnée une lumière, forte ou faible, que l'on présente à l'œil, il faut la diminuer ou l'augmenter de 8 centièmes environ pour produire une nouvelle sensation distincte de la première. De plus, je n'ai pas vu changer cette valeur de la sensation différentielle en excitant des points de la rétine plus ou moins éloignés du centre; elle est donc sensiblement la même dans la vision directe et dans les différentes directions de la vision indirecte. Enfin, elle ne m'a pas paru varier quand, au lieu de lumière blanche, je présentais à l'œil de la lumière colorée, rouge, verte ou bleue.

» Ces expériences sont assez délicates à répéter, à cause de la persistance des images, qui gêne un peu l'observateur; cet inconvénient est surtout sensible quand on modifie très lentement l'intensité de la lumière présentée à l'œil; mais, dès qu'on opère assez rapidement, on obtient des valeurs faciles à déterminer et, comme je l'ai dit, sensiblement constantes.

» On peut remarquer que l'œil apprécie beaucoup mieux les différences d'intensité de deux lumières contiguës que les différences de deux lumières successives, puisque la sensation différentielle est, dans ce dernier cas, sept à huit fois plus forte que dans le premier (dans le premier cas, elle n'est guère que de 1 centième).

» On voit encore que le mode de sensibilité dont il vient d'être question est, sous un rapport, comparable à celui que j'ai précédemment étudié sous le nom de *sensibilité lumineuse*, et qui s'exprime par le minimum de lumière capable de provoquer la sensation. En effet, la sensibilité de l'œil, envisagée sous ces deux aspects, est constante pour toute l'étendue de la rétine. »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des polysulfures d'ammonium et du persulfure d'hydrogène.* Note de M. P. SABATIER, présentée par M. Berthelot.

« *Polysulfures d'ammonium.* — Les polysulfures d'ammonium ont été pré-

([1]) *Comptes rendus*, séances des 18 février 1878, 20 mai 1878, 27 mai 1878, 27 janvier 1879, 10 février 1879.

parés d'après les indications de Fritzsche, et étudiés comme les polysulfures de potassium (¹).

» 1° AzH^4S^4. — On l'obtient en cristaux volumineux jaune citron, très altérables, solubles dans l'eau; les solutions très étendues, d'abord parfaitement limpides, se troublent subitement en déposant du soufre.

	Trouvé.	Calculé.
HS	20,2	20,73
S excédant	59,1	58,54
AzH^3	20,7	20,73

» Quatre expériences ont donné, pour $1^{éq}$ dissous dans $150H^2O^2$ au moins, à la température de 11°,5 :

$$-4^{Cal},0, \quad -4^{Cal},4, \quad -3^{Cal},96, \quad -4^{Cal},06;$$

moyenne $-4^{Cal},1$.

» La dissolution obtenue, traitée par le mélange d'iode et d'acide chlorhydrique, dégage pour $1^{éq}$ à 12° :

$$+16^{Cal},7, \quad +16^{Cal},5 \quad +16^{Cal},4;$$

moyenne $+16^{Cal},5$.

» 2° AzH^4S^5. — Ce sont de longues lames orangées translucides, qui se dissolvent dans l'eau, en déposant du soufre.

	Trouvé.	Calculé.
HS	16,5	17,35
S excédant	63,0	65,3
AzH^3	17,0	17,35

» Les cristaux dissous dans le mélange acide dégagent pour $1^{éq}$ à 12° :

$$+12^{Cal},0, \quad +12^{Cal},2, \quad +12^{Cal},07;$$

moyenne $+12^{Cal},1$.

» 3° AzH^4S^8. — Je l'ai obtenu en faisant digérer du soufre avec l'eau mère chaude ou froide du pentasulfure. Ce sont des cristaux rouges, auxquels Fritzsche attribuait la composition AzH^4S^7; les analyses m'ont conduit à admettre AzH^4S^8.

	Trouvé.	Calculé.
HS	11,3	11,6
S excédant	76,5	76,7
AzH^3	11,0	11,6

(¹) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1557.

» Ces cristaux, attaqués par le mélange acide, ont donné pour $1^{éq}$ à 12° :

$$+11^{Cal},9, \quad +12^{Cal},1;$$

moyenne $+12^{Cal},0$.

» On en déduit les conséquences thermiques qui suivent :

1° Chaleur de formation à partir des éléments.

		Cal
$Az + H^4 + S^4$ solide $= AzH^4S^4$ solide, dégage	....	$+34,53$
$Az + H^4 + S^5$ solide $= AzH^4S^5$ »	....	$+34,73$
$Az + H^4 + S^8$ solide $= AzH^4S^8$ »	....	$+34,83$

et

$$Az + H^4 + S^4 \text{ solide} = AzH^4S^4 \text{ dissous} \ldots\ldots \quad +30^{Cal},4$$

» Les équivalents successifs de soufre se combinent donc à partir du tétrasulfure avec un dégagement de chaleur sensiblement nul.

2° Chaleur de formation à partir de l'hydrogène sulfuré, du gaz ammoniac et du soufre.

		Cal
AzH^3 gaz $+$ HS gaz $+ S^3$ solide $= AzH^4S^4$ solide, dégage	.....	$+20,0$
» $+ S^4$ solide $= AzH^4S^5$ »	.....	$+20,2$
» $+ S^7$ solide $= AzH^4S^8$ »	.....	$+20,3$

M. Berthelot a donné pour la formation du sulfhydrate solide :

$$AzH^3 \text{ gaz} + 2HS \text{ gaz} = AzH^4S, HS \text{ solide, dégage} \ldots\ldots \quad +23^{Cal},0$$

valeur du même ordre de grandeur.

» On peut constater que les deux gaz secs, mis en présence du soufre solide, réagissent pour former une certaine proportion de polysulfure.

» *Persulfure d'hydrogène.* — Le persulfure d'hydrogène a été préparé par le polysulfure de calcium et l'acide chlorhydrique. Sa composition a varié entre HS^6 et HS^{10}.

» L'action de l'iode est trop lente pour se prêter aux mesures calorimétriques, mais le persulfure se décompose très rapidement au contact des sulfures alcalins. J'ai utilisé cette propriété.

» Le polysulfure (10^{gr} à 12^{gr}) est versé dans un tube de verre mince, au fond duquel on a placé un petit cristal de sulfure NaS, 9HO ; il se détruit à son contact. Le tube est plongé dans l'eau du calorimètre. Un serpentin, également immergé, conduit l'acide sulfhydrique dégagé dans un flacon rempli d'une liqueur titrée d'iode, dont la variation indique son poids. Une disposition spéciale permet d'agiter la matière pendant l'expérience et, à la fin, de faire passer un courant gazeux pour chasser l'hydrogène sulfuré de l'appareil.

» La chaleur que dégage le cristal de sulfure, en se combinant à l'acide

sulfhydrique, est négligeable vis-à-vis de l'effet total observé. Malheureusement la grande durée de l'expérience rend peu précises les corrections de température.

» Quatre expériences ont donné pour $1^{éq}$ d'hydrogène sulfuré dégagé :

$$+2^{Cal},5, \quad +2^{Cal},8, \quad +2^{Cal},6, \quad +2^{Cal},75,$$

moyenne $+2^{Cal},65$, à la température de 12°. La chaleur dégagée paraît être sensiblement indépendante de la composition du persulfure.

» Nous concluons que la réaction

$$HS \text{ gaz} + S^{n-1} \text{ solide} = HS^n$$

absorbe de la chaleur, soit $-2^{Cal},65$. A partir des éléments, il y a aussi une légère absorption de chaleur :

$$H + S^n \text{ solide} = HS^n, \text{ dégage} \ldots\ldots \quad -0^{Cal},35.$$

» Le persulfure d'hydrogène est donc formé avec absorption de chaleur, comme l'eau oxygénée; vers 15° :

$$HO \text{ gaz} + O = HO^2 \text{ liquide} : -5,4$$ [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la densité de la vapeur d'iode.* Note de M. L. TROOST.

« Les recherches du plus haut intérêt publiées par M. V. Meier sur la variation de la densité de la vapeur de l'iode aux températures très élevées, et les résultats de MM. Crafts et Meier qui les confirment, m'ont décidé à reprendre ces densités avec les appareils qui nous ont servi, à M. H. Sainte-Claire Deville et à moi, pour la densité de vapeur du sélénium et du tellure, et dans lesquels nous déterminions la température à l'aide du thermomètre à air [2].

» J'ai employé, comme dans ces anciennes expériences, des ballons en porcelaine, vernis intérieurement et extérieurement et d'une capacité de 250^{cc} à 300^{cc}. Ils sont tarés avec le petit bouchon de porcelaine qui, au moment de la fermeture, sera fondu au chalumeau, à gaz tonnant.

» Le ballon contenant l'iode est introduit dans un moufle horizontal,

---

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

(2) C'est par erreur que, dans une publication récente, on a supposé que nous n'avions pas employé le thermomètre à air pour la détermination des températures supérieures à celle de l'ébullition du zinc. Nous donnerons dans la prochaine séance les résultats complets (extraits de nos cahiers d'expériences) qui nous ont fourni les nombres publiés en 1863 (voir *Comptes rendus*, t. LVI, p. 891).

en terre réfractaire. Ce moufle est placé dans un fourneau chauffé par l'huile lourde de houille, qui arrive par un robinet gradué très sensible. Pour déterminer la température, dont la mesure exacte est très importante, j'ai utilisé le nouveau thermomètre à air que nous avons décrit, M. H. Sainte-Claire Deville et moi, dans la séance du 29 mars dernier. Voici les résultats des expériences faites à des températures élevées et faciles à obtenir :

	I.	II.	III.
Volume du ballon	269cc,4	255cc	252cc
Température de la balance	16°,5	16°,5	15°,8
Pression atmosphérique	756mm,14	755mm	757mm
Augmentation de poids	— 0gr,056	+ 0gr,008	— 0gr,021
Gaz resté, mesuré humide	16cc,8	5cc,1	8cc,6
» Température	19°	27°	18°,5
» Pression	753mm,4	745mm	757mm
Gaz extrait du réservoir	14cc	14cc,2	13cc,5
» Température	21°,4	27°	16°,2
» Pression	541mm,4	544mm,4	534mm,0
Volume du réservoir	46cc,24	46cc,24	46cc,24
Gaz extrait du compensateur	1cc,38	1cc,50	1cc,40
» Température	21°,6	27°,7	16°
» Pression	438mm	440mm	434mm,3
» Température déduite	1235°,5	1241°	1250°
Densité obtenue avec le coefficient de dilatation de l'air	5,82	5,71	5,65

» Les nombres donnés dans ce Tableau pour la densité de vapeur de l'iode ont été calculés en admettant que cette vapeur possède un coefficient de dilatation constant et égal à celui de l'air. A-t-on raison de faire cette hypothèse? J'ai cru nécessaire, pour résoudre cette question, de faire d'autres expériences. Voici les résultats que j'ai obtenus en prenant les densités à la température constante de l'ébullition du soufre, mais sous des pressions variables :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Volume du ballon	334cc,	281cc,	295cc,	320cc,3	310cc
Température de la balance	9°,5	19°,8	20°	20°	18°,8
Pression atmosphérique	768mm,5	758mm,82	755mm,72	754mm,60	758mm
Excès de poids	+1gr,010	—0gr,238	—0gr,286	—0gr,3035	—0gr,325
Air resté	4cc,0	0cc,7	0cc,6	0cc,63	0cc,6
» Température	9°,5	23°	22°,5	22°,8	24°
» Pression	768mm,0	676mm,8	495mm	735mm,9	485mm,5
Pression à la fermeture	768mm,0	67mm,2	48mm,6	48mm,57	34mm,52
Densité obtenue en appliquant la loi de Mariotte	8,70	8,20	7,75	7,76	7,35

» Les nombres donnés dans ce second Tableau ont été calculés en admettant que la vapeur d'iode suit exactement la loi de Mariotte.

» On voit par ces résultats que la densité de vapeur de l'iode, calculée avec $\alpha = 0,00367$ et $PV = 1$, diminue tout aussi bien à basse qu'à haute température.

» Toutes les hypothèses que l'on a faites en s'appuyant soit sur une dissociation de l'iode, soit sur un changement isomérique, me paraissent dès lors difficilement admissibles. Dans l'état actuel de nos connaissances, rien n'autorise à supposer qu'un vide partiel suffise pour produire une modification de cette nature.

» Les seules conséquences nécessaires des expériences faites à hautes températures ou à basses pressions sont que le coefficient de dilatation de l'iode est variable avec la température et que son coefficient de compressibilité est variable avec la pression. Toutes les hypothèses proposées pour expliquer ces résultats devront tenir compte de cette double variation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique et sur quelques sels caractéristiques de l'ytterbium.* Note de M. **L.-F. Nilson**, présentée par M. Berthelot.

« En poursuivant mes expériences pour préparer une quantité assez grande d'ytterbine pure, je me suis assuré bientôt que je ne pourrais réussir qu'en employant une quantité des terres mixtes beaucoup plus considérable que celle dont j'avais pu disposer dans mes recherches précédentes, ou 63^{gr}, $RO = 129,5$ (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 642). M. Nordenskiöld ayant mis à ma disposition $1^{kg},250$, et M. Waage, à Christiania, 8^{kg} d'euxénite, minéral si rare et si précieux (¹), j'ai eu l'occasion d'en retirer $2^{kg},500$ de terres brutes. En même temps M. Clève opérait sur une quantité encore plus considérable de gadolinite; nous avons partagé les recherches : il traitera l'erbine vraie et la thuline, et moi l'ytterbine et la terre que M. Soret désigne provisoirement par x. Comme j'ai obtenu l'ytterbine à l'état de pureté parfaite, j'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie de mes recherches.

» Sans revenir sur les opérations longues et fatigantes auxquelles j'ai

(¹) Que mes savants collègues me permettent de leur en témoigner ici toute ma reconnaissance.

dû recourir, j'observe seulement qu'il resta, après quarante séries de décompositions partielles des azotates par la chaleur, une quantité de terres pesant 250^{gr}. Leur solution sirupeuse dans l'acide nitrique ne présenta qu'une seule raie d'absorption dans le spectre, $\lambda = 6840$, appartenant au thulium, mais les eaux mères obtenues dans les séries suivantes 41-60 présentèrent néanmoins une autre raie dans le vert, appartenant à l'erbine. Après soixante-huit séries de décompositions, la première raie disparut entièrement et la terre restante (20^{gr} seulement retirés d'au moins 6^{kg} de terres brutes) n'était que de l'ytterbine, après que la scandine qui y restait encore fut séparée par le procédé déjà indiqué. La solution de cette terre, purifiée par H^2S et ensuite précipitée par l'acide oxalique, donna l'oxalate, et par la calcination de ce sel j'ai obtenu l'ytterbine parfaitement pure. Son azotate fut soumis à la décomposition partielle par la chaleur et toute la terre fut partagée en sept fractions. Une certaine quantité d'oxyde calciné au blanc de chacune de ces fractions fut combinée avec de l'acide sulfurique et le poids de sulfate anhydre obtenu fut rigoureusement déterminé. Voici les résultats d'où l'on a calculé le poids atomique de l'ytterbium pour Yb^2O^3 :

Expériences.	Terre pesée.	Sulfate obtenu.	Ytterbine p. 100.	SO^3 p. 100.	Poids atomique.
1......	1,0063	1,6186	62,171	37,829	17,321
2......	1,0139	1,6314	62,149	37,851	17,303
3......	0,8509	1,3690	62,155	37,845	17,308
4......	0,7371	1,1861	62,145	37,855	17,300
5......	1,0005	1,6099	62,147	37,853	17,301
6......	0,8090	1,3022	62,126	37,874	17,284
7......	1,0059	1,6189	62,134	37,866	17,291
		Moyenne........	62,147	37,853	17,301

» Comme la très petite variation du poids atomique, déduit de ces déterminations, s'explique aisément par l'hygroscopicité de la terre et du sulfate, et que toutes les déterminations donnent ainsi la même valeur, on peut en conclure que la terre était d'une homogénéité incontestable et d'une pureté parfaite. Ce nombre est cependant un peu inférieur à celui que j'ai déterminé autrefois. Cela tient sans doute à ce que la terre alors employée n'était pas purifiée par H^2S. Après plusieurs décompositions des azotates dans des capsules de platine, les nitrates basiques insolubles contiennent toujours des traces de ce métal, éliminées par H^2S. Du reste, je suis bien convaincu que cette terre n'était pas parfaitement séparée des autres terres, son azotate fondu présentant, avant la dernière décomposi-

tion, une raie d'absorption verte qui, selon mon expérience actuelle, pourrait à peine disparaître par une seule décomposition de plus ; il faut que l'azotate fondu présente au moins la raie $\lambda = 6840$, parce que cette raie disparaît bien après la verte, quoiqu'il me fût impossible de la remarquer dans la petite quantité qui resta alors.

L'*ytterbine* Yb^2O^3 se présente à l'état d'une poudre infusible et blanche. Densité : 9,175. Insoluble dans l'eau, elle se dissout aisément dans les acides, même étendus, à l'aide de l'ébullition ; à froid elle n'est attaquée que difficilement, même par les acides concentrés. Les solutions, qui ont une saveur douce et astringente, sont absolument incolores et ne présentent aucune raie d'absorption dans le spectre. La terre et ses sels ne communiquent à la flamme aucune coloration ; mais, à l'aide de l'étincelle électrique, le chlorure donne un spectre très brillant.

» L'*azotate* se dépose d'une solution sirupeuse en grands cristaux, qui fondent à 100° dans leur eau de cristallisation et qui dégagent à chaud de l'acide nitrique, puis des vapeurs rouges donnant des azotates basiques plus ou moins insolubles dans l'eau.

» *Sulfate anhydre* $Yb^2O^6, 3SO^2$. — L'ytterbine a été dissoute dans l'acide nitrique et une quantité convenable d'acide sulfurique fut ajoutée ; la liqueur évaporée à 100° fournit le sulfate aqueux en prismes brillants incolores, qui, chauffés à une température où l'acide sulfurique libre se volatilise, laissent un résidu opaque : c'est le sulfate anhydre. Il se dissout aisément dans l'eau froide excédante et supporte une température assez élevée sans perdre d'acide sulfurique ; mais, chauffé au blanc, il perd complètement son acide si l'on ajoute à la fin un peu de carbonate d'ammonium. Dans la solution de ce sel évaporée au bain-marie, le *sulfate aqueux* $Yb^2O^6, 3SO^2 + 8H^2O$ cristallise en assez grands prismes brillants. Inaltérable à l'air, il perd son eau de cristallisation à 100°, se dissout lentement dans l'eau même bouillante et sans résidu dans une solution saturée de sulfate de potasse.

» *Sélénites.* — Par le sélénite de sodium il se forme, dans une solution du sulfate, un précipité amorphe, volumineux et insoluble de *sélénite neutre*. Après la digestion de ce sel avec un excès d'acide sélénieux, et après l'évaporation à une chaleur douce, on obtient un résidu cristallin et insoluble de *sélénite acide*, $Yb^2O^6, 3SeO + H^2OSeO + 4H^2O$, qui perd son eau de cristallisation à 100°. L'analyse a donné 42,34-42,51 Yb^2O^3, 47,07-47,10 SeO et 8,03 H^2O, au lieu de 42,46, 47,84 et 7,76.

» *Oxalate* $Yb^2O^6 3C^2O^2 + 10H^2O$. L'acide oxalique produit, dans les

solutions d'ytterbine, d'abord un précipité assez volumineux de petites aiguilles très fines, mais elles se transforment bientôt en petits prismes courts, épais et beaucoup moins volumineux. L'oxalate est très peu soluble dans l'eau et les acides étendus; à 100°, il perd 7^{mol} de son eau. L'analyse a donné $49,92 Yb^2O^3$ et $15,76 H^2O$, au lieu de 49,87 et 15,95.

» L'ytterbine est un sesquioxyde de la formule Yb^2O^3, ce qui est constaté par : 1° la composition du sulfate, analogue aux sels correspondants de l'yttrium et du didyme, et sans doute aussi isomorphe; 2° la composition du sélénite acide, tout à fait caractéristique pour les sesquioxydes; j'ai montré autrefois que les oxydes suivants produisent des sélénites de la même composition : Cr^2O^3, Fe^2O^3, Ce^2O^3, Di^2O^3, Y^2O^3, Er^2O^3, Br^2O^3, Sb^2O^3; 3° la composition de l'oxalate, analogue à celui du didyme, $Di^2O^6, 3C^2O^2 + 10H^2O$; 4° la composition du formiate, analogue, selon M. Marignac [1], à celui de l'yttrium, $Y^2O^6, 3CHO + 4H^2O$; 5° la chaleur et le volume moléculaires trouvés pour la terre et son sulfate anhydre et aqueux, qui prouvent que l'ytterbine appartient à ce groupe de sesquioxydes auquel elle est jointe dans une Note suivante. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissolution du platine dans l'acide sulfurique.* Note de M. SCHEURER-KESTNER, présentée par M. Wurtz.

« Dans des Communications précédentes [2], j'ai montré que l'acide sulfurique des chambres de plomb, même lorsqu'il est sulfureux, attaque le métal des appareils en platine dans lesquels on le concentre pour l'amener à 66°. J'ai établi aussi que la dissolution du métal est d'autant plus considérable que le degré de l'acide concentré est plus élevé.

» Depuis que j'ai eu l'honneur de faire ces Communications à l'Académie, de nouvelles expériences m'ont appris que la forme donnée aux conclusions de mes premières recherches était trop générale; que l'acide sulfurique n'attaque réellement le platine d'une manière appréciable que lorsqu'il renferme des composés nitreux; qu'il suffit de quantités extrêmement petites d'acide azoteux pour provoquer la dissolution non interrompue du platine tant que l'acide sulfurique est en contact avec lui; enfin, que l'acide sulfurique complètement pur, exempt de traces d'acide azoteux,

---

(1) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1878.

(2) Voir *Comptes rendus*, 1875, t. LXXXI, p. 892, et 1878, t. LXXXVI, p. 1082.

peut être impunément bouilli dans les alambics en platine sans que ceux-ci soient attaqués.

» Des traces d'acide azoteux, à peine décelées par le sulfate ferreux, suffisent pour provoquer l'attaque du platine, l'acide azoteux servant d'intermédiaire pour l'oxydation du platine aux dépens de l'oxygène de l'acide sulfurique.

» Ces faits avaient échappé à mon observation, mais des essais répétés avec soin m'ont éclairé sur les causes de l'erreur dans laquelle je suis tombé; mes premières conclusions, à savoir que l'acide sulfurique des chambres, même celui qui renferme un excès d'acide sulfureux, attaque le platine pendant la concentration à 66°, restent vraies; mais il n'est pas vrai que l'acide sulfurique exempt de traces de composés azotés agisse de même à l'égard de ce métal. Il a suffi, pour concilier ces deux thèses, qui semblent contradictoires, de constater que l'acide des chambres de plomb, même lorsqu'il est sulfureux, renferme de l'acide azoteux; c'est ce qui se présente effectivement; la coexistence des deux gaz y est permanente, et, à moins de détruire l'acide azoteux par le sulfate d'ammoniaque, ce gaz résiste à l'ébullition de l'acide, même en présence de l'acide sulfureux; ce dernier corps est expulsé, au contraire, pendant la concentration de l'acide.

» Les expériences ont été faites de la manière suivante : des feuilles de platine minces, ayant $0^{m},015$ de largeur sur $0^{m},090$ de longueur, ont été introduites dans une même quantité (environ 60^{gr}) d'acide sulfurique bouillant et y ont été maintenues pendant plusieurs heures; la quantité du métal dissous a été déterminée par la pesée de la feuille avant et après l'immersion dans l'acide.

» I. Acide sulfurique exempt d'acide azoteux, ne donnant pas de réaction avec les réactifs connus (sulfate de fer, diphénylamine).

» Trois feuilles de platine, pesant $1^{gr},880$, $1^{gr},911$ et $1^{gr},940$, y sont restées inattaquées.

» II. Acide sulfurique exempt d'acide azoteux, mais renfermant 20 pour 100 d'acide anhydre (acide de Nordhausen).

» Les trois feuilles y sont restées inattaquées.

» III. Acide sulfurique pur, exempt d'acide azoteux et soumis à la température de l'ébullition du soufre dans un tube fermé.

» La feuille de platine est restée inattaquée.

» IV. Acide sulfurique ordinaire, regardé comme exempt d'acide azoteux; l'acide qui avait servi à sa préparation renfermait des quantités d'acide sulfureux telles qu'il en répandait fortement l'odeur.

				gr
La première feuille de platine a perdu			....	0,0098
La deuxième	»	»	....	0,0099
La troisième	»	»	....	0,0077

» V. Acide sulfurique, réputé pur, renfermant un dix-millième d'acide azoteux.

» Après une ébullition de deux heures, la feuille de platine a perdu $0^{gr},0020$.

» VI. Le même acide, préalablement bouilli avec du sulfate d'ammoniaque et ne donnant plus aucune réaction avec le sulfate de fer.

» Après une ébullition de quatre heures, platine inattaqué.

» Après une nouvelle ébullition de deux heures, même résultat.

» VII. Acide sulfurique donnant une très forte réaction avec le sulfate de fer.

» Après une ébullition de deux heures, la feuille de platine a perdu $0^{gr},0493$.

» Pendant l'ébullition de l'acide sulfurique, l'acide azoteux ne s'en dégage pas; il y reste à l'état de composé stable, comme l'a déjà fait remarquer M. Winckler. Cette circonstance explique comment il se fait que des quantités minimes de composés azotés soient capables d'agir sur une quantité relativement grande de platine.

» On peut conclure de ces expériences :

» Que l'acide sulfurique absolument pur n'attaque pas le platine, et qu'en se servant du sulfate d'ammoniaque recommandé par Pelouze on peut éviter à peu près complètement l'attaque des vases en platine;

» Que l'acide sulfurique qui renferme des traces d'acide azoteux dissout le platine, et que cette dissolution est d'autant plus active que le degré de concentration de l'acide est plus grand;

» Que l'acide sulfurique des chambres de plomb, même lorsqu'il renferme un excès d'acide sulfureux, attaque le platine, l'acide azoteux résistant à l'action de l'acide sulfureux et s'y trouvant à l'état de combinaison stable;

» Que, par conséquent, l'attaque du platine est toujours due à la présence de composés azotés dans l'acide sulfurique; un dix-millième suffit pour dissoudre une quantité de platine telle qu'elle n'a jamais été observée industriellement (nous avons vu, en effet, à l'expérience V, que 60^{gr} d'acide sulfurique ont dissous $0^{gr},002$ de platine). La couleur rose de l'acide sulfurique des chambres de plomb, causée par la présence du sélénium, et l'odeur d'acide sulfureux qu'il répand ne sont pas des caractères qui permettent de juger que l'acide est suffisamment exempt de composés azotés : il faut recourir à des réactions beaucoup plus sensibles. Ainsi un tel acide, dans lequel le sulfate ferreux décèle des traces à peine sensibles de composés azotés, est coloré en bleu par la diphénylamine; il renferme à la fois de l'acide sulfureux et de l'acide azoteux et il attaque le platine. Pendant sa concentration, la quantité d'acide azoteux diminue très peu, tandis que l'acide sulfureux est complètement expulsé. De l'acide sulfurique ayant 1,8376 de densité et renfermant 94,84 pour 100 d'acide monohydraté a

été concentré au quart de son volume. Après la concentration il avait 1,8413 de densité et renfermait 98,45 pour 100 d'acide monohydraté. Il renfermait avant la concentration 93 millioniėmes d'acide azoteux; après la concentration il en renfermait encore 89. Cet acide dissolvait le platine des vases de concentration, quoiqu'il ne fût souillé que de proportions infinitésimales d'acide azoteux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques sur l'éthérification des hydracides.* Note de M. A. **Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai indiqué précédemment (¹) les résultats relatifs à l'éthérification des hydracides. Outre les différences que présentent leurs vitesses d'éthérification, qui croissent dans l'ordre suivant : acide chlorhydrique, acide bromhydrique, acide iodhydrique, et qui sont fort différentes entre elles, j'ai noté plusieurs résultats, sur lesquels je crois utile de revenir.

» 2. Je rappellerai en premier lieu que, pour chacun des trois hydracides, l'éthérification ne se produit plus lorsqu'ils se trouvent, dans les solutions initiales, en présence d'une certaine quantité d'eau, contrairement à ce qui a lieu avec les acides organiques.

» Ce fait doit être attribué à la perte d'énergie qu'éprouvent les hydracides par suite de leur dilution dans l'eau, perte d'énergie qui les rend impropres à produire les réactions que produisent les acides anhydres ou leurs premiers hydrates.

» J'ai montré que, pour l'acide chlorhydrique en particulier, la limite de dilution à partir de laquelle l'éthérification cesse à la température ordinaire est peu supérieure à la dilution représentée par la formule $HCl + 4HO$, qui est précisément la formule du premier hydrate cristallisé de l'acide chlorhydrique. Il semble donc que l'acide chlorhydrique ne puisse être éthérifié à la température ordinaire que pour des dilutions inférieures à celle de cet hydrate, ou plutôt que ce soit l'acide anhydre dissous dans cet hydrate à la faveur de l'alcool en présence qui s'éthérifie seul. Une liqueur contenant au début $1^{éq}$ d'acide en présence de $4^{éq}$ d'eau devrait être d'après cela à la limite, et l'éthérification devrait y être nulle. Mais il ne faut pas oublier que cet hydrate éprouve, dès la température ordinaire, une dissociation partielle, dissociation dont les proportions

(¹) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1488 et 1563.

sont, du reste, probablement modifiées par l'alcool en présence; l'éthérification pourra donc avoir lieu grâce à cette dissociation.

» Nous trouvons donc ici encore une application de la conception féconde par laquelle M. Berthelot (¹) regarde les dissolutions des hydracides comme des solutions des hydrates les plus concentrés, et même d'acide anhydre dans les hydrates plus avancés, cet acide anhydre et ces premiers hydrates existant dans le mélange dans des proportions déterminées par les conditions de leur propre dissociation et pouvant manifester directement leur action individuelle dans les réactions chimiques.

» Si l'on élève la température, les effets de cette dissociation s'accroissent et deviennent fort notables. C'est ce qui résulte de l'étude de l'éthérification à 44°, température où l'éther ordinaire ne se produit pas encore, et à laquelle la dernière dilution à partir de laquelle l'éthérification cesse d'avoir lieu pour l'acide chlorhydrique correspond à la formule $HCl + 20HO$. A la température de 100°, les effets de cette dissociation des hydrates de l'acide chlorhydrique s'augmentent encore.

» On conçoit, du reste, que l'effet de la dissociation ne se borne pas à élever la limite de dilution à partir de laquelle commence l'éthérification, mais qu'il doit aussi élever les coefficients d'éthérification limites des liquides qui s'éthérifient à la température ordinaire. C'est ce que j'ai constaté plus haut.

» A la température ordinaire, la dissociation des premiers hydrates paraît être plus avancée pour l'acide iodhydrique que pour les deux autres; cet acide peut, en effet, s'éthérifier à cette température dans des liquides contenant des proportions initiales d'eau en présence desquelles les acides chlorhydrique et bromhydrique ne s'éthérifient pas.

» 3. Revenons au cas des mélanges ne contenant pas d'eau dans leur composition initiale. J'ai montré que la limite d'éthérification de ces mélanges à des températures où l'éther ordinaire ne se produit pas est inférieure à celle qui correspond aux acides organiques, et que cette limite n'est pas fixe, mais qu'elle s'élève avec la température, contrairement à ce qui a lieu pour ces derniers.

» Ce fait ne peut être attribué, comme on pourrait le croire au premier abord, à l'action de l'eau mise en liberté par la portion de l'acide éthérifiée sur la portion qui ne l'est pas, et qui amènerait cette dernière à un état d'hydratation où l'acide ne pourrait plus agir sur l'alcool. Pour que cela

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 144.

pût avoir lieu, il faudrait, ainsi qu'on peut s'en assurer d'après les résultats relatifs à l'éthérification des mélanges contenant de l'eau au début, que l'eau éliminée par l'éthérification fût dans des proportions considérables par rapport à la quantité non éthérifiée et, par conséquent, que la proportion d'acide éthérifié fût considérable.

» Je pense que l'on peut expliquer la petitesse de la limite observée en admettant que les hydracides forment avec l'alcool des combinaisons analogues aux hydrates définis qu'ils forment avec l'eau, et dont les combinaisons cristallisées de la dulcite avec les hydracides, décrites par M. G. Bouchardat, montrent des exemples. L'existence de ces composés paraît, du reste, très nettement indiquée, d'après M. Berthelot ([1]), par les chaleurs considérables dégagées pendant la dissolution des hydracides dans l'alcool, même dans des conditions où l'éthérification n'a pas lieu, comme dans le cas de l'acide chlorhydrique dissous dans l'alcool à la température ordinaire.

» L'éthérification résulterait des équilibres qui s'établissent entre ces hydrates et ces alcoolates, les uns et les autres étant à l'état de dissociation partielle ([2]).

» Cette hypothèse permet de concevoir l'infériorité relative des limites atteintes par les hydracides et la variation de ces dernières avec la température. Elle rend compte aussi de la différence des limites qui correspondent à l'acide bromhydrique et à l'acide iodhydrique. Ces deux acides peuvent atteindre une même limite, mais à des températures différentes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Des bactéries atmosphériques.* Note de M. P. Miquel.

« Dans une Communication précédente ([3]), j'ai établi que les causes de recrudescence des spores aériennes des mucédinées étaient la chaleur et l'humidité; aujourd'hui, je dirai quelques mots des lois qui président à la diffusion des semences infiniment plus petites des microbes appelés *bactéries*.

» Par des procédés d'ensemencement dont la description allongerait démesurément cette Note, je suis parvenu à saisir et à nombrer les spores

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 681.
([2]) Même Ouvrage, p. 684.
([3]) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1552.

ou œufs des microbes bactéries, ce qui m'a permis de constater que, si les germes de ces êtres infimes sont toujours présents dans l'atmosphère, comme il résulte des belles recherches de M. Pasteur, leur nombre y est soumis à d'incessantes variations.

» Ainsi, *le chiffre des bactéries atmosphériques, très faible en hiver, croît au printemps, se montre élevé en été et en automne, puis baisse rapidement pendant les frimas :* loi également applicable aux spores des champignons; mais, *tandis que les graines des moisissures sont abondantes pendant les périodes humides, le chiffre des bactéries aériennes devient alors très faible et ne s'élève de nouveau que lorsque la sécheresse envahit le sol, précisément à l'instant où les spores de moisissures se font rares;* si bien qu'aux maxima des microbes-moisissures correspondent les minima des microbes-bactéries et réciproquement. Ce sont là des faits que les courbes graphiques rendent avec une netteté saisissante.

» Tant qu'il n'aura pas été possible de préparer un liquide capable de faire germer indistinctement toutes les semences des schizophytes, il sera bien difficile de connaître avec exactitude le nombre réel des bactéries voyageant à travers l'espace. En opérant avec du bouillon neutre parfaitement stérilisé, on trouve que le chiffre moyen annuel des bactéries contenues dans 1^{mc} d'air ne s'élève pas au-dessus de deux cents, ce qui porterait à croire que l'atmosphère est cent fois plus chargée de spores de moisissures que de germes de bactéries. Malheureusement, l'expérience démontre tous les jours que la composition des milieux nutritifs a une grande influence sur le développement des microbes; pour n'en citer qu'un exemple, le *Bacillus ureæ*, agent très actif de la fermentation ammoniacale et organisme parfaitement distinct du *Micrococcus* ferment de l'urée, étudié par MM. Pasteur et Van Tieghem, croît très bien dans l'urine, dans les liquides chargés d'urée, mais se montre incapable de se multiplier dans le bouillon neutralisé. Quoi qu'il en soit, ce dernier liquide est néanmoins un milieu favorable au développement d'un grand nombre d'espèces et se prête à l'obtention de résultats dont le mérite le moins contestable est d'être comparatifs.

» En été et en automne, on trouve parfois à Montsouris mille germes de bactéries par mètre cube d'air. En hiver, il n'est pas rare de voir ce chiffre descendre à quatre et cinq, et de noter des jours où les poussières de 200^{lit} d'air sont incapables de déterminer l'infection des liqueurs les plus altérables.

» Dans l'intérieur des habitations, en l'absence des causes mécaniques

(le va-et-vient, le frottage, etc.) qui soulèvent les poussières répandues à la surface des objets, l'air ne se montre fécond que sous le volume de 30^{lit} à 50^{lit}; dans mon laboratoire, les poussières de 5^{lit} d'air déterminent habituellement l'altération du bouillon neutre. Dans les égouts de la ville de Paris, l'infection de la même liqueur est produite par les particules de toute sorte que charrie 1^{lit} d'air.

» On voit combien ces résultats diffèrent de ceux qu'a publiés M. Tyndall. D'après ce savant, quelques centimètres cubes d'air seraient, dans la plupart des cas, capables d'apporter l'infection dans les infusions les plus diverses.

» L'intérêt qui s'attache à l'étude des bactéries, agents présumés des maladies infectieuses, m'a conduit à rapprocher du nombre des décès causés à Paris par cette classe de maladies le chiffre des bactéries présentes dans l'atmosphère. De cette comparaison, étendue du mois de décembre 1879 au mois de juin 1880, il résulte que *toute recrudescence de bactéries aériennes est suivie à huit jours d'intervalle d'une recrudescence de décès par les maladies dites contagieuses et épidémiques*. Peut être s'agit-il ici d'une simple coïncidence; aussi, tout en signalant cette relation, du moins étrange, j'attendrai, avant de me prononcer définitivement sur ce sujet, qu'une suite ininterrompue de recherches vienne l'affirmer avec la dernière évidence. J'ajouterai cependant que, si, comme on le prétend, les maladies zymotiques ont pour cause première l'infection de notre organisme, par des ferments figurés, telluriques ou miasmatiques, ce sera pendant les temps secs que ces germes morbides seront le plus abondamment répandus autour de nous.

» Je reviendrai prochainement avec plus de détails sur quelques-uns des faits qui viennent d'être signalés, et notamment sur les causes de diffusion des bactéries dans l'atmosphère. Je prouverai, contrairement à l'opinion de plusieurs auteurs, que la vapeur d'eau qui s'élève du sol, des fleuves et des masses en pleine putréfaction est toujours micrographiquement pure, que les gaz qui proviennent des matières ensevelies en voie de décomposition sont toujours exempts de bactéries, que l'air impur lui-même qu'on dirige à travers des viandes putréfiées, loin de se charger de microbes, se purifie entièrement, à la seule condition que le filtre infect et putride soit dans un état d'humidité comparable à celui de la terre puisée à $0^{m},30$ de la surface du sol. Enfin j'indiquerai quelques procédés, d'une application facile, à l'aide desquels on parviendra, je l'espère, à immobiliser ces germes prétendus meurtriers, soupçonnés de porter au loin les maladies et leurs terribles effets. En terminant, je dois cependant à la vérité de reconnaître que

jusqu'ici pas une des nombreuses espèces que j'ai isolées et inoculées aux animaux vivants ne s'est montrée capable de déterminer des troubles pathologiques dignes d'être mentionnés ([1]). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un ferment digestif contenu dans le suc de figuier.* Note de M. **Bouchut**, présentée par M. Wurtz.

« Les recherches que nous avons présentées à l'Académie, avec M. Ad. Wurtz, sur l'action digestive du suc de *Carica papaya* et du ferment digestif, la papaïne, qu'il renferme m'ont engagé à voir si ce n'était pas là un fait se rattachant à une *propriété carnivore générale du latex* de beaucoup d'autres végétaux. Des études spéciales faites avec soin dans cette direction m'engagent à le croire, et dès aujourd'hui, au moins, la chose semble démontrée pour le suc laiteux du figuier commun.

» Ce suc est peu abondant, d'une récolte longue et assez difficile. On n'en a pas de grandes quantités. Néanmoins, je me suis fait adresser de la Provence du latex recueilli au mois d'avril, ce qui est important à retenir, car le suc change de qualité avec l'état plus ou moins avancé de la végétation, et, dans le laboratoire de M. Wurtz, nous avons fait des expériences qui ont donné les résultats suivants :

» 5^{gr} de suc laiteux en partie coagulé, formant une partie séreuse et un coagulum résineux, blanc, gluant, élastique et parfumé, ont été mis dans un verre avec 60^{gr} d'eau distillée, 10^{gr} de fibrine humide, à l'étuve de 50°. Au bout de quelques heures, la fibrine était attaquée, ramollie, et le soir elle était digérée, en laissant un petit résidu blanchâtre au fond du verre.

» J'ajoutai successivement dans ce même verre et dans le même liquide d'abord 10^{gr} de fibrine humide, qui ont été digérés en douze heures, puis 12^{gr}, puis 15^{gr}, et cela huit fois à un ou deux jours de distance, ayant toujours soin de remettre le vase dans l'étuve. Ces différentes additions ont employé 90^{gr} de fibrine pour un mois d'expérience.

» Chaque quantité de fibrine a été digérée en moins de vingt-quatre heures et a laissé un résidu blanchâtre homogène, qui s'ajoutait au résidu de la digestion précédente. La solution donnait une odeur prononcée de bon bouillon, sans la moindre putridité et avec une odeur agréable, due au coagulum résineux du suc de figuier, laissé à dessein dans le verre.

([1]) Ces recherches ont été faites à l'Observatoire de Montsouris.

» Au bout d'un mois, nous avons cessé l'expérience. Ces digestions de fibrine n'avaient pas fermenté ; elles conservaient une bonne odeur de viande digérée, plus l'arome de la résine de figuier. D'autres expériences semblables ont donné les mêmes résultats.

» Elles prouvent qu'il y a dans le latex du figuier un ferment digestif puissant, et nous espérons prochainement dire à la fois quelle est la composition du résidu et de quelle nature est ce nouveau principe de pepsine végétale, capable de digérer ainsi les matières albuminoïdes. »

M. **Daubrée** présente à l'Académie, de la part de M. *de Koninck*, un Ouvrage portant pour titre : « Faune du terrain carbonifère de la Belgique ». L'auteur avait traité le même sujet dès 1842 et avait généreusement offert à l'École des Mines toute la collection des types décrits par lui. Il vient de reprendre le même sujet, en mettant à profit les riches et importants matériaux que lui ont fournis, non seulement la Belgique, mais aussi toutes les collections de l'Europe. Le nombre total des espèces connues arrive ainsi à mille ou douze cents.

Les Poissons et les Mollusques céphalopodes forment l'objet de ces deux premières livraisons et de cinquante belles planches in-folio.

M. **P. de Broca** adresse, à l'occasion d'une récente Communication de M. *de Fraysseix* [1], une réclamation de priorité, au sujet de « l'Emploi des objectifs à long foyer pour le pointage des canons rayés ». Cette réclamation est accompagnée de divers documents à l'appui.

M. **M. Ziegler** adresse une Note intitulée : « Observations faites sur la floraison du seigle, provoquée par le contact de certaines substances ».

M. **Krarup-Hansen** adresse une Note relative à une formule de ventilation.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 7 juin 1880, p. 1351, la Note de M. de Fraysseix et les remarques de M. Ed. Becquerel, relatives aux expériences dues, en 1870, à l'initiative de M. Le Roux.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juillet 1880.

Bibliothèque de l'École des Hautes Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles; t. XX. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

Traité pratique d'analyse chimique qualitative et quantitative à l'usage des laboratoires de Chimie; par F. Pisani. Paris, Germer-Baillière, 1880; in-8°.

Faune du calcaire carbonifère de la Belgique; par L.-G. de Koninck. Bruxelles, F. Hayez, 1878-1880, in-folio, texte et planches. (Présenté par M. Daubrée.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1878-1879. Châlons-sur-Marne, Aug. Denis, 1880; in-8°.

Spirogyra des environs de Paris; par P. Petit. Paris, J. Lechevalier, 1880; in-8°.

Catalogue des diatomées de l'île Campbell et de la Nouvelle-Zélande; par P. Petit. Paris, A. Coccoz, 1877; br. in-8°.

Liste des diatomées et des desmidiées observées dans les environs de Paris, précédée d'un essai de classification des diatomées; par P. Petit. Paris, A. Coccoz, 1877; br. in-8°.

Enquête sur la situation de l'Agriculture en France en 1879, *faite à la demande de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par la Société nationale d'Agriculture*. Paris, Bouchard-Huzard, 1879-1880; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Chevreul.)

Société d'Histoire naturelle de Toulouse, 1876-1877, 3e fascicule; 1878, 4e fascicule; 1879, 2e, 3e, 4e fascicules. Toulouse, impr. Gibrac, 1877-1879; 5 livr. in-8°.

Note sur quelques intégrales définies. — Note sur la formule d'addition dans les fonctions elliptiques. — Sur l'enveloppe de la droite qui joint les extrémités des aiguilles d'une montre. — Sur les intégrales des équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre; par Ph. Gilbert. Bruxelles, F. Hayez, 1880; 4 opuscules in-8°. (Présentés par M. Puiseux.)

M. Escary. — *Valeur finale de la fonction* Y_n *pour des valeurs indéfiniment croissantes de l'entier* n. Paris, A. Chaix, 1879; opuscule in-8°.

De l'action physiologique de l'acide salicylique et du salicylate de soude sur la respiration; par M. Ch. Livon. Marseille, Barlatier-Feissat, 1880; opuscule in-8°.

Le globe terrestre; par MM. Klein *et* Thomé. Édition française par M. Ch. Baye; 1re livr. Paris, F. Ebhardt, 1880; in-8°.

Au pôle nord; par F. von Hellwald; traduction de Ch. Baye. 1re livr. Paris, F. Ebhardt, 1880; in-8°.

Nouveau système de pointage applicable aux bouches à feu rayées et aux armes à feu portatives de toute nature; par M. Ph. de Broca. Nantes, Ev. Mangin et Giraud, 1875; opuscule in-8°.

Tokio daigaku (University of Tokio), the calendar of the departments of Law, Science and Litterature, 2539-40 (1879-80). Tokio, Z.-P. Maruya; in-12 relié.

Transactions of the zoological Society of London; vol. X, Part 13. London, 1879; in-4°.

Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten; von Th. v. Oppolzer; zweiter Band. Leipzig, W. Engelmann, 1880; in-8°. (Présenté par M. Lœwy.)

Einige Bemerkungen über die anomalen Bewegungsirscheinungen einiger Kometen und über das widerstand leistende Medium; von Th. v. Oppolzer. Kiel, C.-F. Mohr; opuscule in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète b 1880 (Schaeberle), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par MM. **Tisserand** et **G. Bigourdan**. Communiquées par M. l'amiral Mouchez.

Dates. 1880.	Étoiles de comp.	Ascension droite. ☄ — ☆	Réfract.	Parall.	Déclinaison. ☄ — ☆	Réfract.	Parall.
		m s	s	s	' "	"	"
Avril 16..	*a*	+ 3. 4,78	+0,02	+0,68	— 1.23,6	0,0	+2,4
18..	*b*	— 6.37,80	0,00	+0,22	+ 1.25,2	+0,1	3,4
20..	*c*	+ 4.12,96	0,00	+0,17	+ 1.44,0	+0,1	3,5
21..	*d*	— 0. 7,21	0,00	+0,21	+ 0.38,8	0,0	3,4
26..	*e*	— 1.53,62	—0,01	+0,52	+ 1.17,8	0,0	0,6
29..	*f*	— 1. 5,19	+0,06	+0,47	—10.18,4	—0,2	0,8
30..	*g*	— 1.15,12	—0,03	+0,46	+ 5.23,5	+0,1	0,8
Mai 1..	*h*	— 3.47,08	—0,06	+0,45	+ 9.23,4	+0,2	0,9
2..	*i*	+ 1.19,36	—0,07	+0,40	+14.33,6	+0,4	2,2
3 .	*j*	+ 1.36,07	—0,05	+0,42	+ 8.22,3	+0,2	1,0
4..	*k*	+ 3.36,72	—0,02	+0,40	+ 5. 1,6	+0,1	1,6

Dates. 1880.	Étoiles de comp.	Ascension droite. ☄ − ☆	Réfract.	Parall.	Déclinaison. ☄ − ☆	Réfract.	Parall.
Mai 5..	*l*	− 2.46,62	+0,01	+0,40	− 1.54,7	0,0	1,3
7..	*m*	+10.58,94	−0,01	+0,38	+ 2.31,4	0,0	1,5
9..	*n*	+ 6.19,22	−0,01	+0,32	+ 4.29,0	+0,2	2,3
11..	*o*	− 2. 9,09	+0,03	+0,34	−14.27,2	−0,4	1,8
14..	*p*	− 0.26,82	0,00	+0,21	− 2.49,8	−0,2	3,0
16..	*q*	− 0.28,55	0,00	+0,11	− 0. 0,2	0,0	3,4
17..	*r*	+ 0.57,31	−0,01	+0,09	− 8.45,9	−1,4	3,4
19..	*s*	− 0.35,07	−0,03	+0,10	−17.27,5	−2,6	3,4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1880.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne nord 1880,0.	Réduction au jour.
Avril 16.	*a* 6789 Arg.-OEltzen....	$6^{h}.18^{m}.\ 1^{s},97$	$+3^{s},03$	$76^{\circ}.56'.47'',5$	$+16'',4$
18.	*b* 6943 Arg.-OEltzen....	6.25. 0,68	+2,90	75.21. 9,8	+15,6
20.	*c* 330 Arg. Z 73°, T. VI..	6.12.25,99	+2,44	73.54.36,9	+15,3
21.	*d* Anonyme obs. mérid.	6.16.12,48	+2,34	73.13.57,5	+14,7
26.	*e* 402 Arg. Z 70°, T. VI..	6.16.32,47	+2,10	69.59.49,9	+13,4
29.	*f* 6778 Arg.-OE......	6.15.45,75	+1,94	68.15.45,1	+12,7
30.	*g* 6786 Arg.-OE.......	6.16. 4,09	+1,91	67.22.56,1	+12,3
Mai 1.	*h* 6834 Arg.-OE.......	6.18.45,92	+1,90	66.41.58,4	+12,0
2.	*i* 526 Arg. Z 60°, T. VI..	6.13.52,21	+1,81	65.57.36,8	+11,7
3.	*j* 6752 Arg.-OE.......	6.13.48,60	+1,78	65.31. 4,7	+11,5
4.	*k* ½ {580 Arg. Z 64°, T. VI + 6714 Arg.-OE.}	6.12. 5,95	+1,74	64.57.48,5	+11,2
5.	*l* 587 Arg. Z 64°, T. VI..	6.18.47,88	+1,77	64.31. 5,4	+10,9
7.	*m* 6616 Arg.-OE.......	6. 5.43,03	+1,60	63.18.43,1	+10,3
9.	*n* 835 Arg. Z 62°, T. VI.	6.11.12,08	+1,51	62. 9. 9,7	+ 9,7
11.	*o* 890 Arg. Z 61°, T. VI.	6.20.29,97	+1,65	61.25.34,4	+ 9,2
14.	*p* 6885 Arg.-OE......	6.20.14,12	+1,60	59.38.53,1	+ 8,4
16.	*q* 934 Arg., T. VI......	6.21.16,09	+1,59	58.35.29,5	+ 7,8
17.	*r* Radcliffe ½(1739+697)	6.20.21,77	+1,57	58.14.54,2	+ 7,6
18.	*s* 978 Arg. Z 57°, T. VI.	6.22.23,77	+1,57	57.55.26,3	+ 7,6

Positions géocentriques de la comète, rapportées à l'équinoxe et à l'équateur apparents de l'époque.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Nombre de compar.	Déclinaison nord.	Nombre de compar.	Observateur.
Avril 16...	$13^{h}.\ 3^{m}.\ 5^{s}$	$6^{h}.21^{m}.10^{s},48$	3	$76^{\circ}.55'.42'',7$	2	G. B.
18...	15.21.35	6.18.26,00	3	75.22.54,1	3	G. B.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris	Ascension droite.	Nombre de compar.	Déclinaison nord.	Nombre de compar.	Observateur.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Avril 20...	15.18.38	6.16.41,56	4	73.56.39,8	4	G. B.
21...	14.59.15	6.16. 8,22	2	73.14.54,4	2	G. B.
26...	9. 7.31	6.14.41,46	3	70. 1.21,7	2	T.
29...	9.21.15	6.14.43,03	9	68. 5.40,0	4	G. B.
30...	9. 8.22	6.14.51,31	3	67.28.32,8	2	T.
Mai 1...	9.13. 1	6.15. 1,13	3	66.51.34,9	3	T.
2...	11. 6. 1	6.15.13,71	8	66.11.24,7	4	G. B.
3...	9. 9. 7	6.15.26,82	4	65.39.39,7	3	T.
4...	10. 4.43	6.15.44,79	5	65. 3. 3,0	5	G. B.
5...	9.22.36	6.16. 3,44	4	64.29.22,9	4	G. B.
7...	9.27.15	6.16.43,94	3	63.21.26,3	3	T.
9...	10.50.32	6.17.33,12	2	62.13.50,9	2	G. B.
11...	9.49.51	6.18.22,90	2	61.11.17,8	3	G. B.
14...	12. 4.54	6.19.49,11	3	59.36.14,5	4	G. B.
16...	13.14.37	6.20.49,24	4	58.35.40,5	4	G. B.
17...	13.29.11	6.21.20,73	3	58. 6.17,9	4	G. B.
18...	13.11.26	6.21.50,34	3	57.38. 7,2	4	G. B.

Remarques. — *Angle de position de la queue.*

1880.			Mesures.
	°	°	
Mai 1.................	50.7 T.	52.6 G. B.	2
3.................	48.2 T.	54.7 G. B.	2
11.................		47.1 G. B.	5

1880.

Avril 18... La comète a un noyau de 11ᵉ grandeur et une queue assez étalée de 3′ environ de longueur.

26... » 12ᵉ grandeur; la queue paraît plus brillante suivant sa ligne moyenne.

Mai 11... » 13ᵉ grandeur; le noyau ne se distingue qu'à l'approche du fil.

» Les mesures précédentes ont été faites avec un micromètre à gros fils, dont trois en ascension droite, et en employant les grossissements de 97 ou de 128 fois. »

Eléments de la comète b 1880, par M. **G. Bigourdan.**

« Au moyen des premiers éléments donnés par M. Martin (*Astronomische Nachr.*, nº **2310**), j'ai calculé une éphéméride qui a servi à former trois lieux normaux, en employant les observations suivantes :

Premier lieu.......	Avril : 8, Paris; 10, Pola; 11, Strasbourg; 13, Vienne.
Deuxième lieu......	Avril : 26, Paris; 28, Rome; 29 et 30, Paris.
Troisième lieu......	Mai : 14, 16, 17, 18, Paris.

» J'ai trouvé ainsi ces corrections :

	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.
Avril	10,91289	$-0^s,81$	$-0'.3'',8$
»	28,62882	+0,58	−0.40,7
Mai	16,79170	−0,31	−3.49,6

» En les appliquant à l'éphéméride, j'ai obtenu pour la comète ces trois positions, rapportées à l'équinoxe moyen de 1880,0 et corrigées de l'aberration :

	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.
Avril	10,91289	$6^h.37^m.45^s,24$	$+81^\circ.15'.6'',8$
»	28,62882	6.14.36,12	68.33.52,8
Mai	16,79170	6.20.53,53	58.28.13,0

» De là, en faisant varier la distance géocentrique du premier lieu, on a déduit les éléments paraboliques suivants :

$$T = 1880, \text{ juillet}, 1,83846 \text{ (t. m. de Paris)},$$
$$\left.\begin{aligned} \varpi &= 42^\circ 30' 56'',1 \\ \Omega &= 257^\circ 15' 13'',3 \\ i &= 123^\circ 3' 36'',1 \end{aligned}\right\} \text{Équinoxe moyen de } 1880,0.$$
$$\log q = 0,258474,$$

qui représentent ainsi les trois lieux normaux :

	En longitude. (O. − C.) cos β.	En latitude. O. − C.
Premier lieu	$+0'',1$	$+0'',2$
Deuxième lieu	+3,1	+0,1
Troisième lieu	+0,3	+0,5

» Enfin, j'ai calculé avec eux une éphéméride pour chaque jour, du 6 avril au 31 mai, et voici comment elle représente les observations :

Dates. 1880.	Lieu de l'observation.	Ascension droite (O. − C.) cos ☾.	Déclinaison O. − C.
Avril 6	Ann-Arbor.	$+0^s,03$	$+5'',7$
8	Paris (a).	+0,19	+ 3,9
9	Princetown.	+0,26	+15,4
10	Pola.	+0,44	+ 0,6

(a) Équatorial du Jardin.

Dates. 1880.		Lieu de l'observation.	Ascension droite (O.−C.) cos ♃.	Déclinaison O.−C.
			s	″
Avril	11	Strasbourg.	+0,11	− 3,0
	13	Vienne.	−0,49	+ 2,2
	16	Paris (*a*).	+0,76	− 1,1
	16	Paris (*b*).	−0,38	−11,5
	18	Paris (*b*).	−0,04	− 8,0
	20	Paris (*b*).	−0,11	− 6,0
	20	Ann-Arbor.	+0,04	−10,7
	21	Paris (*b*).	»	− 4,7
	26	Paris (*b*).	+0,11	− 4,1
	28	Rome.	+0,53	− 1,6
	29	Paris (*b*).	−0,01	+ 5,6
	30	Paris (*b*).	+0,40	+ 1,2
Mai	1	Paris (*b*).	+0,33	+ 0,1
	2	Paris (*b*).	−0,01	− 3,8
	3	Paris (*b*).	−0,18	+ 0,9
	4	Paris (*b*).	+0,10	− 1,3
	4	Ann-Arbor.	−0,32	− 2,4
	5	Paris (*b*).	+0,42	− 1,4
	7	Paris (*b*).	−0,06	− 2,5
	9	Paris (*b*).	+0,35	+ 3,2
	11	Paris (*b*).	+0,12	− 1,3
	14	Paris (*b*).	+0,15	+ 1,3
	16	Paris (*b*).	−0,12	+ 5,0
	17	Paris (*b*).	+0,26	− 3,5
	18	Paris (*b*).	−0,23	− 3,6

» Ce calcul a été fait sous la direction de M. Tisserand. »

GÉODÉSIE. — *Sur le pendule.* Note de M. FAYE.

« Le procédé de M. Govi ([1]) rappelle celui de Whiterurst, en 1787, qui a été appliqué par Bessel avec un plein succès en 1828; mais il a l'inconvénient de faire varier le mode de fixation du poids que l'on doit remonter le long d'une tige rigide. En outre cette verge, si solide qu'elle soit, ne saurait être absolument rigide. Quand elle oscille sous l'influence de la pesan-

(*a*) Équatorial du Jardin.

(*b*) Équatorial de la tour de l'Ouest.

([1]) Voir plus loin, p. 105.

teur, elle se met à vibrer transversalement, et, si l'on déplace le centre de gravité, l'amplitude de ces vibrations change.

» Ces questions ont été examinées à diverses reprises au Bureau des Longitudes. J'ai appelé l'attention de nos collègues sur la nécessité d'opérer dans le vide et sur un moyen bien simple de supprimer les oscillations des supports. Il y a plus, en examinant les remarquables observations du pendule exécutées récemment en Allemagne, j'ai signalé la présence de ces vibrations transversales dont je viens de parler, dans les expériences faites à l'aide du pendule à réversion.

» Je me suis arrêté à l'idée que le procédé de Whiterurst donnerait pleine satisfaction en modifiant le système adopté par Bessel. Bessel faisait varier d'une toise entière la hauteur du point de suspension et s'assurait, à l'aide d'une touche à levier, que le poids revenait à la même horizontale. Je laisse ce point invariable en relevant le poids suspendu à un fil d'une quantité facile à mesurer avec exactitude ([1]). Le mode de liaison du poids au fil reste le même; le mode de suspension du fil lui-même ne saurait varier sensiblement. Enfin les réductions se bornent presque exclusivement à celles de la température, quand on opère dans le vide avec des poids légers et un support relativement inébranlable. Toute la difficulté se réduit à obtenir des oscillations bien planes et surtout à réaliser dans cet ordre d'idées un appareil aisément transportable. Je crois y être parvenu. M. Breguet s'est chargé de construire l'appareil; M. d'Abbadie a bien voulu en faire les frais. Nous serons bientôt en mesure de soumettre l'appareil à l'expérience. Il n'en est pas moins vrai que la suggestion de M. Govi, qui me décide à donner ces détails dès aujourd'hui, mérite l'attention des observateurs; elle serait d'une exécution relativement facile et donnerait de bons résultats s'il était prouvé que les vibrations transversales du pendule n'ont pas d'influence sensible et qu'on pût déplacer la masse du pendule sans en altérer la disposition par rapport à la tige. Notre appareil est disposé de manière à permettre l'étude du système de M. Govi, du pendule à réversion de Kater et d'autres combinaisons encore que j'ai moi-même imaginées, et qui laissent invariables le centre de gravité de l'appareil et sa longueur.

» Toujours est-il que, tant qu'on voudra opérer avec le pendule, il faudra satisfaire aux deux conditions suivantes :

» Éviter les corrections relatives à l'influence de l'air;

([1]) Cette disposition ne permet pas d'employer, comme l'a fait Bessel, la méthode des coïncidences pour mesurer la durée des oscillations.

» Éviter les corrections relatives aux oscillations du support.

» A quoi j'ajoute que je crois devoir m'attacher à obtenir, en chaque station, la constante de la pesanteur et non son rapport à la constante d'un lieu de départ. Il suffit de jeter les yeux sur les calculs de M. Clarke [1] pour apprécier les embarras que cause la pratique généralement admise de déterminer ces rapports, au lieu des grandeurs absolues qu'un appareil bien conçu donnerait tout aussi aisément. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Observations sur la densité de vapeur de l'iode;* par M. **Berthelot**.

« On admet, dans la théorie abstraite des gaz, que les gaz simples éprouvent à la fois un même accroissement d'énergie totale et un même accroissement de force vive de translation, lorsqu'ils subissent un même changement de température. Cette conception traduit les expériences des physiciens sur la chaleur spécifique des gaz (loi de Dulong et Petit), sur leur dilatation par la chaleur (loi de Gay-Lussac) et sur leur compressibilité (loi de Mariotte).

» On conclut encore des deux dernières lois que la densité d'un gaz, c'est-à-dire le rapport entre le poids d'un volume donné de ce gaz et le poids du même volume d'air, pris à la même température et à la même pression, est constante en principe. Les écarts observés jusqu'ici avaient été attribués à des perturbations secondaires.

» Ces trois lois n'ont été réellement démontrées que pour trois éléments (oxygène, hydrogène, azote); elles constituent la seule base scientifique sur laquelle repose la détermination physique des poids moléculaires et, par conséquent, la numération des atomes, dans les théories actuelles.

» Au cas où ces lois cesseraient d'être vraies pour certains éléments, la définition physique des poids moléculaires de ces éléments et celle du nombre de leurs atomes deviendraient de pures conventions.

» Or, j'ai déjà fait observer que les expériences de MM. Kundt et Warburg, sur la vitesse du son dans le gaz mercuriel, étaient inconciliables avec l'ensemble des trois lois fondamentales rappelées plus haut (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 427).

» Les expériences de M. V. Meyer sur la décroissance de la densité ga-

---

(1) *Geodesy*, by colonel A.-R. Clarke, p. 341 et suiv.

zeuse de l'iode et des éléments halogènes, sous pression constante, mais à des températures fort écartées les unes des autres, sont encore plus contraires aux lois admises. Ces expériences sont confirmées d'ailleurs et étendues par celles que M. Troost vient d'exécuter sur le même corps, à une température constante, mais sous des pressions diverses et faibles, avec la grande précision qui caractérise ce savant.

» Ainsi la variation de la force vive de translation des molécules d'iode gazeux, sous l'influence de températures très élevées ou de pressions très faibles, surpasse de beaucoup la même variation observée dans les mêmes conditions sur les molécules d'air. Les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, établies seulement sur trois gaz simples, ne sont donc applicables ni à l'iode ni aux autres éléments halogènes.

» C'est ici le lieu de rappeler que la loi des chaleurs spécifiques n'est pas davantage applicable à ce groupe d'éléments ; car les chaleurs spécifiques du chlore et du brome gazeux surpassent d'un quart celles des autres gaz simples, et cela entre la température ordinaire et 200°, températures auxquelles aucune dissociation n'est admissible.

» Il en résulte que l'accroissement de l'énergie totale des gaz halogènes avec la température surpasse celui des trois autres gaz simples étudiés jusqu'ici (azote, oxygène, hydrogène), aussi bien que l'accroissement de la force vive de translation : ces deux ordres d'effets semblent corrélatifs.

» La diminution de densité de l'iode gazeux étant progressive d'ailleurs, il en est de même de l'accroissement de la force vive de translation, et il n'est permis, comme M. Troost le fait observer très judicieusement, d'en tirer aucune conclusion correcte, relativement à la variation du nombre des molécules. Ce genre de raisonnement devient arbitraire, du moment où le poids de la molécule de l'iode, envisagée soit à une haute température, soit à une faible pression, échappe aux anciennes définitions.

» Une seule loi demeure applicable aux éléments, avec un caractère absolu et universel : c'est l'invariabilité des rapports de poids suivant lesquels les éléments se combinent entre eux, c'est-à-dire la notion même des équivalents. C'est aujourd'hui le seul fondement inébranlable de la science chimique. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de l'acide cyanhydrique et des cyanures;* par M. **Berthelot.**

« **1.** J'ai étudié, en 1871, la chaleur de formation de l'acide cyanhydrique et celles des principaux cyanures [1]; ces chaleurs de formation se déduisent d'une série de mesures, dont le point de départ repose : d'une part, sur la transformation de l'acide cyanhydrique en acide formique et ammoniaque; d'autre part, sur la transformation du chlorure de cyanogène en acide carbonique, acide chlorhydrique et ammoniaque.

» La chaleur de formation de l'ammoniaque adoptée dans mes calculs, conformément aux mesures de M. Thomsen que tout le monde acceptait alors, était réputée égale à $+35,15$ (AzH^3 dissous). Ce nombre devant être réduit à $+21,0$, d'après mes nouvelles déterminations, dont M. Thomsen a reconnu l'exactitude, il devient nécessaire de diminuer de la différence entre ces deux nombres, c'est-à-dire de 14,15, les chaleurs de formation mêmes de l'acide cyanhydrique et des cyanures, comptées depuis les éléments. On obtiendrait ainsi, pour l'acide cyanhydrique en particulier,

$$C^2 + Az + H = C^2AzH, \text{ absorbe : } -8,4 - 14,15$$
$$= -22,55, \text{ acide liquide; et } -28,25, \text{ acide gazeux.}$$

» Ces chiffres sont déduits de la transformation de l'acide cyanhydrique en acide formique et ammoniaque, combinée avec cinq autres données.

» J'avais pris encore une autre réaction comme point de départ, à savoir la transformation du cyanure de mercure par le chlore gazeux, suivie des actions de la potasse étendue et de l'acide chlorhydrique; transformation que j'ai dirigée de façon à obtenir comme produits finals l'acide carbonique, le chlorhydrate d'ammoniaque et les chlorures de mercure et de potassium; ce qui fait intervenir dix à douze données thermiques. On obtient ainsi, d'après mes expériences,

$$C^2 + Az + H = C^2AzH \text{ absorbe : } -10,1 - 14,15$$
$$= -24,25, \text{ acide liquide; et } -30,0, \text{ acide gazeux.}$$

» **2.** Mais, avant d'adopter ces données comme bases des calculs rectifiés, il m'a paru nécessaire de mesurer la chaleur de formation de l'acide cyan-

(1) Les résultats complets ont été publiés dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 433 (1875).

hydrique par des expériences d'une autre nature, tout à fait indépendantes de la chaleur de formation de l'ammoniaque, et dans lesquelles le nombre des données auxiliaires fût aussi réduit que possible. J'y suis parvenu en brûlant par détonation le gaz cyanhydrique mêlé d'oxygène, dans ma bombe calorimétrique :

$$C^2HAz + O^5 = C^2O^4 + Az + HO.$$

» Trois données seulement interviennent ici : les chaleurs de combustion du carbone, de l'hydrogène et celle de l'acide cyanhydrique.

» 3. On introduit à cet effet l'acide cyanhydrique pur et liquide, par distillation, dans de petites ampoules de verre mince; en s'arrangeant pour que le poids de l'acide demeure compris entre les limites convenables ($0^{gr},140$ à $0^{gr},150$, dans mes déterminations).

» Ces limites sont réglées par la capacité de la bombe, la tension de la vapeur d'acide cyanhydrique à la température de l'expérience et la nécessité d'introduire dans la bombe une dose suffisante d'oxygène pour obtenir une combustion totale.

» La tension du gaz cyanhydrique étant de $0^{m},59$ environ à 18°, c'est-à-dire de trois quarts d'atmosphère à peu près, il est facile de remplir les conditions voulues.

» L'ampoule, scellée et pesée, fournit le poids précis de l'acide cyanhydrique. On dépose avec précaution cette ampoule dans la bombe, on ferme celle-ci, on la remplit d'oxygène pur et sec sous une pression convenable, on referme exactement l'orifice, puis on brise par de fortes secousses l'ampoule renfermant l'acide cyanhydrique. Celui-ci se transforme entièrement en gaz et constitue avec l'oxygène un mélange détonant.

» Cela fait, on place la bombe dans le calorimètre, on laisse l'équilibre thermique s'établir, on étudie la marche du thermomètre, puis on procède à la détonation.

» On suit encore la marche du thermomètre; puis on extrait le gaz avec la pompe à mercure, et on le fait passer à travers des tubes à potasse, précédés d'appareil dessiccateurs. On purge la bombe, en la remplissant à plusieurs reprises avec de l'air sec, dirigé à son tour à travers les mêmes tubes, de façon à extraire la totalité de l'acide carbonique. Celui-ci peut être ainsi pesé, ce qui fournit un contrôle précieux de la combustion.

» Des déterminations spéciales ont appris que la dose des composés nitreux formés dans la combustion était négligeable, mais qu'il échappait toujours une trace d'acide cyanhydrique. Celle-ci a été déterminée chaque

fois dans la potasse, après la pesée; elle est demeurée comprise entre un demi-centième et un centième du poids primitif. On en a tenu compte.

» 4. Cela posé, le calcul de la chaleur dégagée a été fait de deux manières : je veux dire en la rapportant, soit au poids de l'acide cyanhydrique employé (déduction faite de la trace non brûlée); soit au poids de l'acide carbonique obtenu (avec la même déduction). Je vais donner la liste des résultats observés. On a tenu compte de la chaleur absorbée, en raison de la tension de la vapeur d'eau dans la bombe, et l'on a accru tous les nombres observés de + 0,4, afin de tenir compte de cette autre circonstance que la détonation s'opère à volume constant. Les chaleurs de combustion qui suivent sont donc supposées obtenues à pression constante.

» Voici la chaleur dégagée par la combustion de 27^{gr} d'acide cyanhydrique gazeux ($C^2AzH = 27$), opérée au moyen de l'oxygène libre, sous pression constante :

D'après le poids initial de l'acide cyanhydrique.	D'après le poids final de l'acide carbonique.
158,9	163,4
160,0	161,3
154,2	155,6
159,0	160,4
160,1	160,3
158,4	160,2

J'adopterai la moyenne générale des deux calculs, soit : 159,3.

» 5. Ce nombre surpasse les chaleurs de combustion réunies du carbone et de l'hydrogène contenus dans l'acide cyanhydrique :

$$C^2(\text{diamant}) + O^4 = C^2O^4 \ldots\ldots + 94,0$$
$$H + O = HO\,(\text{liq.}) \ldots\ldots\ldots\ldots + 34,5$$
$$128,5$$

» D'après ces chiffres, la formation du gaz cyanhydrique au moyen de ses éléments absorbe : + 128,5 − 159,3 = − 30,2.

» Ce nombre ne s'écarte pas beaucoup des chiffres déduits de la transformation de l'acide cyanhydrique en acide formique et ammoniaque, − 28,25, et de la transformation du cyanure de mercure en chlorure de mercure, chlorhydrate d'ammoniaque et acide carbonique, − 30,0. J'adopterai la moyenne des nombres obtenus par les trois méthodes, c'est-à-dire : − 29,5.

» On a donc, en définitive,

$$C^2(\text{diamant}) + H + Az = C^2HAz \text{ gaz, absorbe : } -29,5.$$

» 6. Voici le Tableau de la chaleur de formation des composés cyaniques, calculé d'après mes expériences antérieures, en tenant compte de la rectification actuelle :

I. — *Cyanogène et ses combinaisons avec les métalloïdes.*

Noms.	Composants.	Composés.	Équivalents.	Chaleur dégagée, le composé gazeux.	liquide.	solide.	dissou
Cyanogène ..	C^2 (diamant) + Az..........	C^2Az	26gr	— 37,3	»	»	— 33,
	$C^4 + Az^2$.................	C^4Az^2	52	— 74,6	»	»	— 67,
Acide cyanhydrique.....	C^2 (diamant) + Az + H	C^2HAz	27	— 29,5	—23,8	»	— 23,
	Cy + H..................	CyH	27	+ 7,8	+13,5	»	+ 10, (Cy diss.
Chlorure de cyanogène..	C^2 (diamant) + Az + Cl.....	C^2AzCl	61,5	— 35,7	—27,8	»	»
	Cy gaz + Cl..............	CyCl	61,5	+ 1,6	+ 9,9	»	»
Iodure de cyanogène	C^2 (diamant) + Az + I solide..	C^2AzI	153	»	»	— 38,5	— 41,
	Cy gaz + I gaz...........	CyI	153	»	»	+ 4,2	»
	Cy gaz + I solide..........	CyI	153	»	»	— 1,2	»

II. — *Cyanures simples.*

Noms.	Composants.	Composés.	Équivalents.	gazeux.	liquide.	solide.	dissou
Cyanure d'ammonium....	C^2 (diamant) + Az^2 + H^4.....	C^2AzH, AzH^3	44	»	»	+ 3,2	1,
	Cy + Az + H^4............	CyAm	44	»	»	+ 40,5	— 36,
	CyH gaz + AzH^3 gaz........	$CyHAzH^3$	44	»	»	+ 20,5	»
	CyH diss. + AzH^3 diss.......	CyH, AzH^3	44	»	»	»	+ 1,
Cyanure de potassium ..	C^2 (diamant) + Az + K	C^2AzK	65,1	»	»	+ 30,3	+ 27,
	Cy + K..................	CyK	65,1	»	»	+ 67,6	+ 64,
	CyH diss. + KO diss	CyK	65,1	»	»	»	+ 3,
Cyanure de sodium	Cy + Na..................	CyNa	49	»	»	»	+ 60,
	CyH diss. + NaO diss	CyNa	49	»	»	»	+ 2,
Cyanure de mercure ...	C^2 (diamant) + Az + Hg	C^2AzHg	126	»	»	— 25,6	— 27,
	Cy gaz + Hg liquide........	CyHg	126	»	»	+ 11,7	+ 10,
	Cy gaz + Hg gaz...........	CyHg	126	»	»	+ 19,4	+ 17,
	Cy H diss. + HgO précipité ..	CyHg	126	»	»	»	+ 15,
Cyanure d'argent.......	C^2 (diamant) + Az + Ag	C^2AzAg	134	»	»	— 34,0	»
	Cy + Ag.................	CyAg	134	»	»	+ 3,3	»
	CyH diss. + AgO précipité...	CyAg	134	»	»	»	+ 20,
Cyanate de potasse.......	C^2 (diamant) + Az + K + O^2.	C^2AzKO^2	84,1	»	»	+102,3	+ 97,
	CyK + O^2...............	$CyKO^2$	84,1	»	»	+ 72,0	+ 69,

Noms.	Composants.	Composés.	Équivalents.	Chaleur dégagée, le composé gazeux.	liquide.	solide.	dissous.
			III. — *Cyanures doubles.*				
ferro- ydrique	3HCy diss. + FeO précipité..	$CyFeH^2$	108	»	»	»	+ 12,3
	Fe + H^2 + 3Cy...........	$CyFeH^2$	108	»	»	»	+ 53,6
-cyanure otassium	3HCy dis + 2KO dis + FeO pp.	Cy^3FeK^2	184,2	»	»	»	+ 39,3
	Fe + K^2 + Cy^3............	Cy^3FeK^2	184,2	»	»	+183,6	+186,3 (KCy diss.)
le Prusse ecipité)	9CyH diss. + 3FeO précipité + 2Fe^2O^3 précipité.......	Cy^9Fe^7	430	»	»	+ 24,9	»
	Fe^7 + Cy^9................	Cy^9Fe^7	430	»	»	+278,0	»
ıre de cure et potas- a......	HgCy + KCy............	HgCy, KCy	191,1	»	»	+ 8,3	»
ıre d'ar- et de po- um....	AgCy + KCy............	AgCy, KCy	199,1	»	»	+ 11,2	»

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Des densités de vapeur du sélénium et du tellure;* par MM. **H. Sainte-Claire Deville** et **Troost.**

« Dans la séance du 11 mai 1863, nous avons donné sommairement les résultats de nos recherches sur les densités de vapeur du sélénium et du tellure. Aujourd'hui que ces questions font l'objet des travaux d'un certain nombre de chimistes, il nous paraît utile de donner les détails des opérations que nous avons exécutées il y a vingt ans environ, et qui sont consignés dans les cahiers de procès-verbaux de notre laboratoire.

» Tout d'abord, nous avons essayé de comparer à très haute température les vapeurs d'iode et de sélénium; nous trouvons dans le Tome VI, page 339 (janvier 1860), de ces procès-verbaux les nombres suivants et les réflexions qui les accompagnent, en les transcrivant textuellement:

« Volume du ballon à sélénium	261^{cc}
» Température de la balance....................	7°
» Pression atmosphérique......................	760^{mm}
» Excès de poids	$+0^{gr},014$
» Pression à la fermeture......................	769^{mm}
» Air resté	4^{cc}
» température............................	7°
» pression...............................	746^{mm}

» Volume du ballon à iode	284^{cc}
» Température de la balance	$6°,8$
» Pression atmosphérique	755^{mm}
» Pression à la fermeture	760^{mm}
» Excès de poids	$+0^{gr},011$
» Air resté	$3^{cc},5$
» température	$7°$
» pression	746^{mm}

« Il y a une erreur (¹) manifeste sur le poids de l'iode resté dans le ballon, car avec le nombre $0^{gr},011$ on arriverait à près de 2000°. — A recommencer. »

» Les vases et les moyens de chauffage employés ont été déjà décrits complètement par nous : nous n'y reviendrons pas.

» Nous avons ensuite employé la méthode qui consiste à comparer directement le poids de la vapeur de sélénium et le volume de l'air chauffés dans une même enceinte, enfermés dans deux ballons de porcelaine de même volume à très peu près et fermés au chalumeau à gaz oxyhydrique au même moment. Dans ces conditions, nous avons trouvé pour le sélénium (t. VI, p. 378, des procès-verbaux, janvier 1860) :

« Volume du ballon à sélénium	$288^{cc},5$
» Température de la balance	$7°$
» Pression atmosphérique	$735^{mm},3$
» Diminution de poids	$-0^{gr},038$
» Pression à la fermeture	735^{mm}
» Air resté	$4^{cc},5$
» température	$7°$
» pression	735^{mm}
» Volume du ballon à air	278^{cc}
» Température de la balance	$7°$
» Pression atmosphérique	$735^{mm},3$
» Pression à la fermeture	735^{mm}
» Air resté	$47^{cc},3$
» température	$7°$
» pression	735^{mm}
» Température déduite	$1420°$
» Densité trouvée	$5,68$
» Densité calculée	$5,54$

(¹) On sait, grâce aux expériences de M. V. Meyer, de Zurich (rappelées dans la Communication faite par l'un de nous dans la dernière séance), que ce qui nous paraissait erroné en 1860 doit être considéré comme exact aujourd'hui.

» Pour le tellure, en opérant de la même manière, nous avons trouvé à peu près à la même date (t. VII, p. 101 et 108, des procès-verbaux) :

I.

« Volume du ballon à tellure	301^{cc}
» Température de la balance	10°
» Pression atmosphérique	758^{mm}
» Pression à la fermeture	758^{mm},5
» Air resté	2^{cc},4
» température	10°
» pression	765^{mm},7
» Poids du tellure compris dans l'appareil	0^{gr},536
» Volume du ballon à air	298^{cc}
» Air resté	48^{cc}
» température	10°
» pression	765^{mm},7
» Température déduite	1439°
» Densité trouvée	9,0
» Densité calculée	8,93

II.

» Volume du ballon à tellure	293^{cc},5
» Température de la balance	15°
» Pression atmosphérique	756^{mm}
» Pression à la fermeture	756^{mm},2
» Air resté	3^{cc},5
» température	15°
» pression	756^{mm}
» Excès de poids	0^{gr},178
» Volume du ballon à air	295^{cc}
» Pression à la fermeture	756^{mm},2
» Air resté	52^{cc}
» température	15°
» pression	756^{mm}
» Température déduite	1390°
» Densité déduite	9,08
» Densité calculée	8,93

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'étiologie du charbon;* par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. Chamberland et Roux.

« Une des maladies les plus meurtrières du bétail est l'affection que l'on désigne vulgairement sous le nom de *charbon*. La plupart de nos départements ont à en souffrir, les uns peu, les autres beaucoup. Il en est où les pertes se comptent annuellement par millions : tel est le département d'Eure-et-Loir. Des nombreux troupeaux de moutons qu'on y élève, il n'en est pas un seul peut-être qui ne soit frappé chaque année. Tout fermier s'estime heureux et ne donne même aucune attention à la maladie quand la mort n'atteint pas plus de 2 à 3 pour 100 du nombre total des sujets qui composent son troupeau. Tous les pays connaissent ce fléau. Il est parfois si désastreux en Russie qu'on l'y nomme la *peste de Sibérie*.

D'où vient ce mal? comment se propage-t-il? La connaissance exacte de son étiologie ne pourrait-elle conduire à des mesures prophylactiques faciles à appliquer et propres à éteindre rapidement la redoutable maladie? Telles sont les questions que je me suis proposé de résoudre et pour lesquelles je me suis adjoint deux jeunes observateurs pleins de zèle, qu'enflamment comme moi les grandes questions que soulève l'étude des maladies contagieuses, MM. Chamberland et Roux.

» Longtemps on a cru que le charbon naissait spontanément sous l'influence de causes occasionnelles diverses : nature des terrains, des eaux, des fourrages, modes d'élevage et d'engraissement, on a tout invoqué pour expliquer son existence spontanée; mais, depuis que les travaux de M. Davaine et de Delafond, en France, de Pollender et de Braüell, en Allemagne, ont appelé l'attention sur la présence d'un parasite microscopique dans le sang des animaux morts de cette affection, depuis que des recherches rigoureuses ont combattu la doctrine de la génération spontanée des êtres microscopiques et qu'enfin les effets des fermentations ont été rattachés à la microbie, on s'habitua peu à peu à l'idée que les animaux atteints du charbon pourraient prendre les germes du mal, c'est-à-dire les germes du parasite, dans le monde extérieur, sans qu'il y eût jamais naissance spontanée proprement dite de cette affection. Cette opinion se précisa encore davantage lorsque, en 1876, le Dr Kock, de Breslau, eut démontré que la bactéridie, sous sa forme vibrionienne ou bacillaire, pouvait se résoudre en véritables corpuscules-germes ou spores.

» Il y a deux ans, j'eus l'honneur de soumettre au Ministre de l'Agriculture et au Président du Conseil général d'Eure-et-Loir un projet de recherches sur l'étiologie du charbon, qu'ils accueillirent avec empressement. J'eus également la bonne fortune de rencontrer dans M. Maunoury, maire du petit village de Saint-Germain, à quelques lieues de Chartres, un agriculteur éclairé qui voulut bien m'autoriser à installer sur un des champs de sa ferme un petit troupeau de moutons dans les conditions généralement suivies en Beauce pour le parcage en plein air. En outre, le Directeur de l'Agriculture mit obligeamment à notre disposition deux élèves-bergers de l'école de Rambouillet pour la surveillance et l'alimentation des animaux.

» Les expériences commencèrent dans les premiers jours d'août 1878. Elles consistèrent tout d'abord à nourrir certains lots de moutons avec de la luzerne que l'on arrosait de cultures artificielles de bactéridies charbonneuses chargées du parasite et de ses germes. Sans entrer dans des détails qui trouveront leur place ailleurs, je résume dans les points suivants nos premiers résultats.

» Malgré le nombre immense de spores de bactéridies ingérées par tous les moutons d'un même lot, beaucoup d'entre eux échappent à la mort, souvent après avoir été visiblement malades ; d'autres, en plus petit nombre, meurent avec tous les symptômes du charbon spontané et après un temps d'incubation du mal qui peut aller jusqu'à huit et dix jours, quoique, dans les derniers temps de la vie, la maladie revête ces caractères presque foudroyants fréquemment signalés par les observateurs, et qui ont fait croire à une incubation de très peu de durée ([1]).

» On augmente la mortalité en mêlant aux aliments souillés des germes du parasite des objets piquants, notamment les extrémités pointues des feuilles de chardon desséché, et surtout des barbes d'épis d'orge coupées par petits fragments de $0^{m},01$ de longueur environ.

» Il importait beaucoup de savoir si l'autopsie des animaux morts dans ces conditions montrerait des lésions pareilles à celles qu'on observe chez les animaux morts spontanément dans les étables ou dans les troupeaux parqués en plein air. Les lésions, dans les deux cas, sont identiques,

---

([1]) La communication de la maladie par des aliments souillés de spores charbonneuses est plus difficile encore chez les cobayes que chez les moutons. Nous n'en avons pas obtenu d'exemple dans d'assez nombreuses expériences. Les spores, dans ce cas, se retrouvent dans les excréments. On les retrouve également intactes dans les excréments des moutons.

et par leur nature elles autorisent à conclure que le début du mal est dans la bouche ou l'arrière-gorge. Nos premières constatations de ce genre ont été faites le 18 août, par des autopsies pratiquées sous nos yeux par M. Boutet fils et M. Vinsot, jeune élève vétérinaire, sortant de l'École d'Alfort, qui nous a assistés avec beaucoup de zèle pendant toute la durée des expériences faites à Saint-Germain [1].

» Dès lors l'idée qui présidait à nos recherches, à savoir que les animaux qui meurent spontanément du charbon dans le département d'Eure-et-Loir sont contagionnés par des spores de bactéridies charbonneuses répandues sur leurs aliments, prit dans notre esprit la plus grande consistance.

» Reste la question de l'origine possible des germes de bactéridies. Si l'on rejette toute idée de génération spontanée du parasite, il est naturel de porter tout d'abord son attention sur les animaux enfouis dans la terre.

» Voici ce qui arrive toutes les fois qu'un animal meurt spontanément du charbon : un établissement d'équarrissage est-il proche, on y conduit le cadavre. Est-il trop éloigné ou l'animal a-t-il peu de valeur, comme c'est le cas des moutons, on pratique une fosse sur place, à une profondeur de $0^m,50$ à $0^m,60$ ou 1^m, dans le champ même où l'animal a succombé, ou dans un champ voisin de la ferme, s'il a péri à l'écurie, on l'y enfouit en le recouvrant de terre. Que se passe-t-il dans la fosse et peut-il y avoir ici des occasions de dissémination des germes de la maladie ? Non, répondent certaines personnes, car il résulte d'expériences exactes du Dr Davaine que l'animal charbonneux, après sa putréfaction, ne peut plus communiquer

---

[1] Dans nos expériences, une circonstance particulière mérite d'être mentionnée. Huit de nos moutons d'expérience furent inoculés directement par piqûres à l'aide de cultures de bactéridies, certains même par du sang charbonneux d'un mouton mort quelques heures auparavant et qui était rempli de bactéridies. Tous les moutons furent malades, avec élévation constatée de leur température ; un seul mourut qui avait été piqué sous la langue. Un des moutons qui guérirent n'avait pas reçu à la cuisse, avec une seringue de Pravaz, moins de dix gouttes de sang charbonneux. Ces faits, signalés à M. Toussaint, fort versé dans toutes les connaissances relatives au charbon, qui, dans le même temps, s'occupait à Chartres d'études sur cette affection et qui assistait quelquefois à nos expériences sur le champ de Saint-Germain, lui parurent si surprenants qu'il ne voulut pas y croire et qu'il tint à faire lui-même une des inoculations. Le mouton survécut comme les autres.

Les poules qui ont été nourries par des aliments souillés du microbe du choléra des poules, lorsqu'elles ne meurent pas, peuvent être *vaccinées*. Il y a lieu dès lors de se demander si l'on ne pourrait arriver à *vacciner* des moutons pour l'affection charbonneuse en les soumettant préalablement et graduellement à des repas souillés des spores du parasite.

le charbon. Tout récemment encore, de nombreuses expériences ont été instituées par un des savants professeurs de l'École d'Alfort, grand partisan de la spontanéité de toutes les maladies. Il est arrivé à cette conclusion « que les eaux chargées de sang charbonneux, de débris de rate, les » terreaux obtenus en stratifiant du sable, de la terre, du fumier avec des » débris de cadavres rapportés de Chartres n'ont jamais (par l'inocu- » lation) provoqué la moindre manifestation de nature charbonneuse. » (Colin, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1879); mais il faut compter ici avec les difficultés de la recherche, difficultés que M. Colin a entièrement méconnues.

» Prélever de la terre dans les champs de la Beauce et y mettre en évidence des corpuscules d'un à deux millièmes de millimètre de diamètre capables de donner le charbon par inoculation à des animaux, c'est déjà un problème ardu. Toutefois, par des lavages appropriés et en profitant de la puissance contagionnante de ces corpuscules-germes pour les espèces cobayes et lapins, la chose serait facile si ces corpuscules du parasite charbonneux étaient seuls dans la terre. Mais celle-ci recèle une multitude infinie de germes microscopiques et d'espèces variées, dont les cultures sur le vivant ou dans les vases se nuisent les unes aux autres ([1]). J'ai appelé l'attention de l'Académie sur ces luttes pour la vie entre les êtres microscopiques dans ces vingt dernières années ; aussi, pour faire sortir d'une terre la bactéridie charbonneuse qu'elle peut contenir à l'état de germes, il faut recourir à des méthodes spéciales, souvent très délicates dans leur application : action

(1) Je suis même très porté à croire que c'est dans cette infinie quantité de germes microscopiques qu'il faut aller chercher la solution vraie de la nitrification que MM. Schlœsing et Müntz ont si bien démontrée être sous la dépendance exclusive d'une sorte de fermentation. Un jour, c'était, si j'ai bon souvenir, au mois de juillet 1878, alors que j'étais précisément préoccupé de la présence de tous ces germes microscopiques des terres arables, je reçus la visite de ces savants observateurs. Ils m'apportaient des billes sortant de leurs tubes nitrificateurs, affirmant, par les excellentes preuves qu'ils en ont données, que quelque chose de vivant, existant à la surface de ces billes, devait être l'agent du phénomène. Mais, ajoutaient-ils, « nous avons beau chercher et observer, nous ne trouvons pas d'êtres microscopiques. Voyez, vous-même. » J'examine et je leur dis : « Vous avez raison, il n'y a pas d'êtres microscopiques ; mais cela fourmille de leurs germes et voilà, je crois, votre agent nitrificateur ». En d'autres termes, je suis porté à ne pas admettre un ferment spécial, un être en voie de développement (il dénitrifierait plutôt sous cet état), mais un effet physique d'absorption et de transport d'oxygène sur les éléments de l'ammoniaque par les germes innombrables de la terre, analogue à celui qui s'effectue sous l'influence du *mycoderma aceti* dans les liquides alcooliques en voie d'acétification.

de l'air ou du vide, changements dans les milieux de cultures, influence de températures plus ou moins élevées, variables avec la nature des divers germes, sont autant d'artifices auxquels on doit recourir pour empêcher un germe de masquer la présence d'un autre. Toute méthode de recherche grossière est fatalement condamnée à l'impuissance, et les résultats négatifs ne prouvent rien, sinon que dans les conditions du dispositif expérimental qu'on a employé la bactéridie n'a pas apparu. L'argument principal invoqué par le savant professeur d'Alfort à l'appui des résultats négatifs de ses nombreuses inoculations est que le charbon disparaît dans le cadavre d'un animal charbonneux au moment où il se putréfie. Cette assertion est exacte, et elle était bien connue des équarrisseurs avant même que le D[r] Davaine en donnât une confirmation de fait. Souvent j'ai entendu les équarrisseurs, que je voyais manier des animaux charbonneux et que j'avertissais du danger qu'ils couraient, m'assurer que le danger avait disparu quand l'animal était *avancé* et qu'il fallait n'avoir de craintes que s'il était encore chaud. Quoique, prise à la lettre, cette assertion soit inexacte, elle trahit cependant l'existence du fait en question. Dans un travail antérieur, M. Joubert et moi, nous avons donné la véritable explication du phénomène. Dès que la bactéridie, sous son état filiforme, est privée du contact de l'air, qu'elle est plongée, par exemple, dans le vide ou dans le gaz acide carbonique, elle tend à se résorber en granulations très ténues, mortes et inoffensives. La putréfaction la place précisément dans ces conditions de désagrégation de ses tissus. Ses corpuscules-germes ou spores n'éprouvent pas cet effet et se conservent, ainsi que le D[r] Kock l'a montré le premier. Quoi qu'il en soit, et comme l'animal, au moment de sa mort, ne contient que le parasite à l'état filiforme, il est certain que la putréfaction l'y détruit dans toute sa masse.

» Si l'on s'arrêtait à cette opinion pour l'appliquer aux faits de la nature d'une manière absolue, on n'aurait qu'une vue incomplète de la vérité.

» Assistons par la pensée à l'enfouissement du cadavre d'une vache, d'un cheval ou d'un mouton morts du charbon. Alors même que les animaux ne seraient pas dépecés, se peut-il que du sang ne se répande pas hors du corps en plus ou moins grande abondance? N'est-ce pas un caractère habituel de la maladie qu'au moment de la mort le sang sort par les narines, par la bouche et que les urines sont souvent sanguinolentes. En conséquence, et dans tous les cas pour ainsi dire, la terre autour du cadavre est souillée de sang. D'ailleurs, il faut plusieurs jours avant que la bactéridie se résolve en granulations inoffensives par la protection des gaz

privés d'oxygène libre que la putréfaction dégage, et pendant ce temps le ballonnement excessif du cadavre fait écouler les liquides de l'intérieur à l'extérieur par toutes les ouvertures naturelles quand il n'y a pas, par surcroît, déchirure de la peau et des tissus. Le sang et les matières ainsi mêlés à la terre aérée environnante ne sont plus dans les conditions de la putréfaction, mais bien plutôt dans celles d'un milieu de culture propre à la formation des germes de la bactéridie. Hâtons-nous toutefois de demander à l'expérience la confirmation de ces vues préconçues.

» Nous avons ajouté du sang charbonneux à de la terre arrosée avec de l'eau de levûre ou de l'urine aux températures de l'été et aux températures que la fermentation des cadavres doit entretenir autour d'eux comme dans un fumier. En moins de vingt-quatre heures, il y a eu multiplication et résolution en corpuscules-germes des bactéridies apportées par le sang. Ces corpuscules-germes, on les retrouve ensuite dans leur état de vie latente, prêts à germer et propres à communiquer le charbon, non seulement après des mois de séjour dans la terre, mais après des années.

» Ce ne sont là encore que des expériences de laboratoire. Il faut rechercher ce qui arrive en pleine campagne avec toutes les alternatives de sécheresse, d'humidité et de culture. Nous avons donc, au mois d'août 1878, enfoui dans un jardin de la ferme de M. Maunoury, après qu'on en eut fait l'autopsie, un mouton de son troupeau qui était mort spontanément du charbon.

» Dix mois, puis quatorze mois après, nous avons recueilli de la terre de la fosse et il nous a été facile d'y constater la présence des corpuscules-germes de la bactéridie et, par l'inoculation, de provoquer sur des cochons d'Inde la maladie charbonneuse et la mort. Bien plus, et cette circonstance mérite la plus grande attention, cette même recherche des germes a été faite avec succès sur la terre de la surface de la fosse, quoique, dans l'intervalle, cette terre n'eût pas été remuée. Enfin, les expériences ont porté sur la terre de fosses où l'on avait enfoui, dans le Jura, à 2^m de profondeur, des vaches mortes du charbon au mois de juillet 1878. Deux ans après, c'est-à-dire récemment, nous avons recueilli de la terre de la surface et nous en avons extrait des dépôts donnant facilement le charbon. A trois reprises, dans cet intervalle des deux années dernières, ces mêmes terres de la surface des fosses nous ont offert le charbon. Enfin, nous avons reconnu que les germes, à la surface des terres recouvrant des animaux enfouis, se retrouvent après toutes les opérations de la culture et des moissons; ces dernières expériences ont porté sur la terre de nos champs de la ferme de

M. Maunoury. Sur des points éloignés des fosses, au contraire, la terre n'a pas donné le charbon.

» Je ne serais pas surpris qu'en ce moment des doutes sur l'exactitude des faits qui précèdent ne s'élèvent dans l'esprit de l'Académie. La terre, qui est un filtre si puissant, dira-t-on, laisserait donc remonter à sa surface des germes d'êtres microscopiques !

» Ces doutes pourraient s'étayer même des résultats d'expériences que M. Joubert et moi nous avons publiés autrefois. Nous avons annoncé que les eaux de sources qui jaillissent de la terre à une profondeur même faible sont privées de tous germes, à ce point qu'elles ne peuvent féconder les liquides les plus susceptibles d'altération. De telles eaux cependant sont en contre-bas des terres que traversent incessamment, quelquefois depuis des siècles, les eaux pluviales, dont l'effet doit tendre constamment à faire descendre les particules les plus fines des terres superposées à ces sources. Celles-ci, malgré ces conditions propres à leur souillure, restent indéfiniment d'une pureté parfaite, preuve manifeste que la terre, en certaine épaisseur, arrête toutes les particules solides les plus ténues. Quelle différence dans les conditions et les résultats des expériences que je viens de relater, puisqu'il s'agit au contraire de germes microscopiques qui, partant des profondeurs, remonteraient à la surface, c'est-à-dire en sens inverse de l'écoulement des eaux de pluie et jusqu'à de grandes hauteurs! Il y a là une énigme.

» L'Académie sera bien surprise d'en entendre l'explication. Peut-être même sera-t-elle émue à la pensée que la théorie des germes, à peine née aux recherches expérimentales, réserve à la science et à ses applications des révélations aussi inattendues. Ce sont les vers de terre qui sont les messagers des germes et qui, des profondeurs de l'enfouissement, ramènent à la surface du sol le terrible parasite. C'est dans les petits cylindres de terre à très fines particules terreuses que les vers rendent et déposent à la surface du sol, après les rosées du matin ou après la pluie, que se trouvent, outre une foule d'autres germes, les germes du charbon. Il est facile d'en faire l'expérience directe : que dans de la terre à laquelle on a mêlé des spores de bactéridies on fasse vivre des vers, qu'on ouvre leur corps après quelques jours, avec toutes les précautions convenables pour en extraire les cylindres terreux qui remplissent leur canal intestinal, on y retrouve en grand nombre les spores charbonneuses. Il est de toute évidence que si la terre meuble de la surface des fosses à animaux charbonneux renferme des germes du charbon, et souvent en grande quantité, ces germes pro-

viennent de la désagrégation par la pluie des petits cylindres excrémentitiels des vers. La poussière de cette terre désagrégée se répand sur les plantes à ras du sol et c'est ainsi que les animaux trouvent au parcage et dans certains fourrages les germes du charbon par lesquels ils se contagionnent, comme dans celles de nos expériences où nous avons communiqué le charbon en souillant directement de la luzerne. Dans ces résultats, que d'ouvertures pour l'esprit sur l'influence possible des terres dans l'étiologie des maladies, sur le danger possible des terres des cimetières, sur l'utilité de la crémation !

» Les vers de terre ne ramènent-ils pas à la surface du sol d'autres germes qui ne seraient pas moins inoffensifs pour ces vers que ceux du charbon, mais porteurs cependant de maladies propres aux animaux? Ils en sont, en effet, constamment remplis et de toutes sortes, et ceux du charbon s'y trouvent en réalité toujours associés aux germes de la putréfaction et des septicémies.

» Et maintenant, quant à la prophylaxie de la maladie charbonneuse, n'est-elle pas naturellement indiquée? On devra s'efforcer de ne jamais enfouir les animaux dans des champs destinés soit à des récoltes de fourrages, soit au parcage des moutons. Toutes les fois que cela sera possible, on devra choisir pour l'enfouissement des terrains sablonneux ou des terrains calcaires, mais très maigres, peu humides et de dessiccation facile, peu propres en un mot à la vie des vers de terre. L'éminent Directeur actuel de l'Agriculture, M. Tisserand, me disait récemment que le charbon est inconnu dans la région des *Savarts* de la Champagne. Ne faut-il pas l'attribuer à ce que dans ces terrains pauvres, tels que ceux du camp de Châlons, par exemple, l'épaisseur du sol arable est de $0^{m},15$ à $0^{m},20$ seulement, recouvrant un banc de craie où les vers ne peuvent vivre? Dans un tel terrain, l'enfouissement d'un animal charbonneux donnera lieu à de grandes quantités de germes qui, par l'absence des vers de terre, resteront dans les profondeurs du sol et ne pourront nuire.

» Il serait à désirer qu'une statistique soignée mît en correspondance dans les divers pays les localités à charbon ou sans charbon avec la nature du sol, en tant que celle-ci favorise la présence ou l'absence des vers de terre. M. Magne, membre de l'Académie de Médecine, m'a assuré que dans l'Aveyron les contrées où l'on rencontre le charbon sont à sol argilo-calcaire et que celles où le charbon est inconnu sont à sol schisteux et granitique. Or, j'ai ouï dire que dans ces derniers les vers de terre vivent difficilement.

» J'ose terminer cette Communication en assurant que, si les cultivateurs le veulent, l'affection charbonneuse ne sera bientôt plus qu'un souvenir pour leurs animaux, pour leurs bergers, pour les bouchers et les tanneurs des villes, parce que le charbon et la pustule maligne ne sont jamais spontanés, que le charbon existe là où il a été déposé et où l'on en dissémine les germes avec la complicité inconsciente des vers de terre; qu'enfin, si dans une localité quelconque on n'entretient pas les causes qui le conservent, il disparaît en quelques années ([1]). »

Sur la proposition de M. Thenard, l'Académie décide que le Mémoire de M. Pasteur sera adressé à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Ammoniaque de l'air et des eaux.* Note de M. **Albert Lévy.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans deux Communications précédentes (t. LXXXIV, p. 273 et 1335), j'ai indiqué la méthode que j'emploie à l'Observatoire de Montsouris pour

([1]) *Voir* le travail très intéressant que M. Baillet a publié, il y a dix ans, sur les pâturages de l'Auvergne qui produisent ce que l'on nomme dans ce pays *le mal de montagne* (*Mémoires du Ministère de l'Agriculture*; 1870).

Dès 1876, un très habile vétérinaire, Petit, avait démontré que le mal de montagne n'était autre chose que le charbon, résultat confirmé de nos jours, dans des rapports administratifs remarquables, par M. Maret, de Sallanches. Une circonstance connue de tous dans le Cantal, c'est qu'il est des pâturages qui, depuis un temps immémorial, sont épargnés, qu'il en est où le mal sévit de temps à autre, qu'enfin on en trouve où le bétail est si fréquemment décimé qu'on les a désignés sous le nom de *montagnes dangereuses*, montagnes qu'on abandonne même souvent sans en tirer le moindre produit, « tout au moins pendant quelques années », dit M. Baillet.

Cette dernière circonstance mérite une grande attention. C'est la preuve que la cause, quelle qu'elle soit, qui produit le charbon dans une localité disparaît avec le temps. Nous en avons eu plusieurs exemples dans le cours de nos recherches en Beauce. M. Boutet, le vétérinaire si connu dans ce pays, nous a indiqué des champs *maudits*, c'est-à-dire des champs où leurs propriétaires assurent que le charbon serait inévitable sur les moutons qu'on y ferait parquer. Aussi le parcage y est-il interdit depuis un certain nombre d'années, c'est-à-dire depuis la constatation des dernières mortalités sur ces champs. Or, sur cinq de ces champs, nous avons établi des troupeaux de moutons et la mortalité a été nulle, excepté pour un des troupeaux où elle a été de 1 pour 100.

le dosage de l'ammoniaque de l'air et des eaux, ainsi que les premiers résultats obtenus. Depuis cette époque, les analyses ont été continuées sans interruption. Tous les jours à midi, avec l'aide de M. Allaire, je dose l'ammoniaque abandonnée depuis la veille par l'air qui traverse une solution acide. Chaque eau météorique est soumise à l'analyse. Durant une année j'ai pris chaque semaine un échantillon de différentes eaux courantes : Vanne, Dhuis, Ourcq, Marne, Seine en amont et en aval, etc., et j'ai recherché dans ces eaux, entre autres matières, l'azote ammoniacal qu'elles renferment.

» De plus, depuis l'année 1878, j'analyse chaque jour de pluie les eaux recueillies non seulement à Montsouris, mais dans un certain nombre de stations parisiennes situées : dans le parc des Buttes-Chaumont, au dépotoir de la Villette, à la gare du Nord, à l'École normale d'Auteuil, au Jardin d'acclimatation, etc. J'ajouterai enfin que depuis le mois de juin 1879 j'analyse, en même temps que l'air recueilli à Montsouris, l'air recueilli toutes les semaines dans un certain nombre de stations, situées : au cimetière du Père-Lachaise, à Gennevilliers, à Clichy, dans les égouts, à l'Hôtel-Dieu, etc. Les résultats individuels de ces analyses d'air et d'eaux ayant été publiés jusqu'à la fin de l'année 1879, soit dans l'*Annuaire de l'Observatoire de Montsouris,* soit dans le *Bulletin statistique de la ville de Paris,* je n'ai pas à y revenir. Je ne veux indiquer ici que les résultats généraux qui ressortent de ces recherches.

» *Eaux météoriques.* — Bien que les analyses individuelles de l'azote ammoniacal des pluies recueillies dans les différents quartiers de Paris donnent chaque jour des nombres assez différents les uns des autres, les moyennes mensuelles, et à plus forte raison les moyennes annuelles, donnent des résultats sensiblement identiques. Ce fait intéressant et non encore indiqué ressort nettement du Tableau de la page suivante, dans lequel sont inscrits les poids moyens, exprimés en milligrammes, de l'azote ammoniacal renfermé mensuellement dans 1^{lit} d'eau.

» Cette constance des moyennes, qui ressort également de mes analyses faites en 1876 et en 1877, se retrouve encore dans les résultats obtenus depuis le 1er janvier de cette année. Je ferai remarquer, en outre, la régularité avec laquelle la quantité d'azote ammoniacal décroît, d'un mois à l'autre, en passant de la saison froide à la saison chaude. Le minimum dans toutes les stations apparaît au mois de juillet. Dans le Tableau qui suit, je n'ai pas tenu compte de la neige tombée à Paris en décembre dernier, et qui a donné à Montsouris les résultats suivants : le 1er décembre, $2^{mgr},43$;

le 5, 1^{mgr},89; le 10, 1^{mgr},92; le 13, 2^{mgr},13. Les trois premières analyses ont été faites sur 1^{lit} d'eau provenant de la fonte de la neige recueillie sur le sol gazonné; la quatrième se rapporte à l'eau de dégel du pluviomètre.

1879.	Montsouris.	Buttes-Chaumont.	Dépotoir de la Villette.	Jardin d'acclimatation.	Moyennes mensuelles.
	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
Janvier	1,35	1,34	1,30	1,25	1,31
Février	1,28	1,31	1,25	1,28	1,28
Mars	1,09	1,28	1,28	1,30	1,24
Avril	1,15	1,21	1,17	1,09	1,16
Mai	1,06	1,09	1,02	1,14	1,08
Juin	1,05	1,07	1,06	0,95	1,03
Juillet	0,93	0,97	0,92	0,91	0,93
Août	1,05	1,06	1,13	»	1,08
Septembre	1,06	1,07	1,19	1,11	1,11
Octobre	1,15	1,13	1,08	1,25	1,15
Novembre	1,39	1,42	1,24	1,38	1,36
Décembre	1,30	1,30	1,40	1,26	1,32
Moyenne annuelle	1,15	1,19	1,17	1,17	1,17

» C'est également dans la saison chaude, en juillet et en août, que les eaux potables qui alimentent Paris contiennent le moins d'ammoniaque (0^{mgr},21 d'azote ammoniacal par litre); c'est en décembre qu'apparaît le maximum (0^{mgr},27). La faible différence qui existe d'ailleurs entre ces deux nombres montre que la proportion d'ammoniaque contenue dans 1^{lit} des eaux courantes sur lesquelles nous avons opéré varie extrêmement peu. Les moyennes annuelles obtenues en 1879-1880 sont les suivantes :

	mgr		mgr
Vanne	0,21	Ourcq	0,22
Dhuis	0,24	Seine	0,22
Marne	0,24	Égout	20,00

» J'ai ajouté, comme terme de comparaison, la moyenne annuelle de nos analyses d'eau d'égout.

» En résumant les quatre années d'analyses faites sur l'eau recueillie à l'Observatoire de Montsouris, on trouve les nombres suivants :

Années (septembre à août).	Hauteur de pluie ([1]).	Moyenne par litre.	Azote ammoniacal par mètre carré.
	mm	mgr	mgr
1875-1876	541,5	1,98	1074,78
1876-1877	601,7	1,54	929,65
1877-1878	600,1	1,91	1149,40
1878-1879	655,3	1,20	787,32

([1]) Ces nombres se rapportent aux jours d'analyses.

» De ces quatre années agricoles, la dernière est celle qui a donné le plus d'eau; mais l'excédent sur l'année 1877-1878 est presque entièrement dû au mois d'octobre 1878, qui a donné à lui seul $102^{mm},3$ de pluie.

» *Air.* — J'ai recherché chaque jour, d'une manière non interrompue depuis quatre années, la quantité d'azote ammoniacal contenu dans l'air de Montsouris. J'opère chaque jour sur un volume de 3000^{lit} d'air. Le résumé des trois dernières années d'analyses donne, pour 100^{mc} d'air :

	mgr
1876-1877	3,0
1877-1878..........	2,3
1878-1879..........	1,9

» Contrairement à ce que l'on obtient pour les eaux météoriques, c'est dans la saison chaude que l'azote ammoniacal paraît le plus abondant dans l'air. Ainsi, en 1878-1879, on obtient, *en hiver*, un poids total de $257^{mgr},6$, correspondant à cent cinquante-trois jours d'analyse, ce qui donne $1^{mgr},68$ pour moyenne, tandis qu'en été un poids total de $269^{mgr},7$, correspondant à cent vingt-neuf jours, donne $2^{mgr},09$ pour moyenne. Voici les résultats obtenus durant l'année qui vient de s'écouler pour 100^{mc} d'air :

1879.	mgr	1879.	mgr
Janvier............	1,9	Juillet...........	2,1
Février............	2,0	Août.............	2,3
Mars..............	1,9	Septembre.........	2,4
Avril..............	2,2	Octobre...........	2,2
Mai...............	2,1	Novembre..........	1,9
Juin...............	2,1	Décembre..........	1,7

» Ces nombres, très différents de ceux obtenus autrefois par MM. Gräger, Kemp, Frésénius, etc., se rapprochent beaucoup de ceux indiqués par M. Ville et par M. Schlœsing.

» Enfin, me bornant aujourd'hui à résumer mes recherches, je donne dans le Tableau suivant les résultats obtenus, pour l'azote ammoniacal de l'air, dans nos différentes stations, de juin à décembre 1879; les nombres sont rapportés à 100^{mc} d'air :

	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Déc.
	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	m
Montsouris.............	2,1	2,1	2,3	2,4	2,2	1,9	1,7
Père-Lachaise (chapelle)..	2,2	2,2	2,3	»	2,1	2,6	»
Père-Lachaise (nord).....	1,9	2,3	2,5	2,1	2,2	2,8	»
Gennevilliers............	2,2	3,7	3,7	3,7	4,6	3,7	»
Clichy..................	1,8	1,7	1,7	1,9	1,9	2,7	»
Égout..................	»	4,9	»	4,6	»	8,0	9,4

BOTANIQUE. — *Alternance des générations chez quelques Urédinées.* Note de M. MAX. CORNU.

(Commissaires : MM. Duchartre, Trécul, Chatin.)

« Plusieurs maladies des plantes, qui ont reçu le nom populaire de *rouille*, sont produites par des champignons parasites nommés Urédinées et possédant plusieurs formes reproductrices distinctes.

» Ces formes reproductrices se montrent soit sur la même plante, soit sur des plantes entièrement différentes ; il y a alternance de végétation sur des êtres différents ; on dit qu'il y a alternance de génération ou *hétérœcie*.

» Le règne animal offre des exemples de même nature ; ces migrations sont en général liées à la nutrition, qui fournit des indications précieuses. Chez les végétaux, la difficulté est bien plus grande.

» Depuis une douzaine d'années, j'ai, presque à chaque saison et dans des conditions diverses, reproduit, soit seul, soit avec mon ami M. Roze, les expériences de contamination des Rosacées avec divers *Podisoma* habitant les genévriers [1] ; j'ai pu cette année obtenir quelques transmissions sur des végétaux divers.

» 1° L'*Æcidium* (*Peridermium*) *Pini*, recueilli le 16 mai 1880 à Gisors, fut semé dans la nuit du 16 au 17 sur cinq pieds de *Senecio vulgaris* ; deux d'entre eux ne tardèrent pas à succomber. Le 1er juin, après quatorze jours, des pustules circinantes d'*Uredo* furent aperçues sur la tige de deux autres pieds, et peu après sur le troisième. L'*Uredo* se montra ultérieurement sur les feuilles, et un peu plus de deux semaines après quelques rares téleutospores furent observées qui constituent la forme parfaite ou les *téleutospores* du *Coleosporium Senecionis*.

» Cette alternance avait été indiquée par M. le professeur Wollf, en 1874, pour le *Senecio sylvaticus*. Quatorze pieds *témoins* de *S. vulgaris* demeurèrent sains ; le *S. coriaceus* mourut avant la fin de l'expérience ; le *S. crassifolius* demeura sain. Dans une autre expérience, faite environ trois semaines auparavant, trois pieds de *Sonchus oleraceus* demeurèrent indemnes.

» 2° Des spores d'*Æcidium Urticæ*, recueillies sur la grande Ortie, furent semées à la même date sur les feuilles du *Carex hirta* ; après dix-neuf jours

---

[1] *Bulletin de la Société botanique*, t. XXIV, p. 211, 22 mars 1878 ; t. XXV, 12 juillet 1878.

les feuilles du *Carex* montrèrent les nombreuses lignes noires de l'*Uredo*, et sept jours après quelques téleutospores du *Puccinia Caricis;* cette alternance a été indiquée en 1873 par mon ami M. le Dr Magnus. Le *Carex riparia* n'a présenté aucun parasite : la large touffe de la plante témoin est demeurée absolument saine; une autre expérience, faite quelques semaines auparavant, a donné des résultats analogues. Les spores d'*Æcidium* semées le 26 avril ont produit les spores d'*Uredo* le 16 mai suivant.

» 3° Les spores de l'*Æc. Rhamni*, du Nerprun purgatif, sont semées le 18 mai 1880 sur deux pots contenant des germinations d'avoine; le 11 juin se montrent quelques pustules d'*Uredo Rubigo vera*, première forme du *Puccinia coronata;* cette alternance a été indiquée par M. de Bary dès 1864.

» Le 4 juin, les spores de l'*Æc. Rhamni* sont semées sur deux pots contenant de jeunes et florissantes germinations d'avoine; le 20 juin suivant, après seize jours, de nombreuses pustules d'*Uredo* se voient et deviennent de jour en jour plus abondantes; dans les premiers jours de juillet, le 9, ont été vues les téleutospores du *P. coronata* sur les feuilles inférieures.

» L'*Æcidium* provient d'échantillons recueillis au Muséum sur quatre espèces de *Rhamnus*, parmi lesquelles *Rh. cathartica, elæodes, utilis;* la présence accidentelle de l'*Æcidium* est due cette année à la paille d'avoine contenue dans les fumiers. J'ai, à plusieurs reprises, insisté sur l'introduction de certains germes par cette voie ([1]).

» 4° L'*Uredo* du *Melampsorella* du *Mœhringia trinervia*, semé sur l'*Alsine media*, s'est montré sur cette dernière plante après neuf jours.

» 5° Le *Puccinia Dianthi* du *Mœhringia trinervia*, semé le 28 avril sur l'*Alsine media* et le *Stellaria holostea*, s'est montré sans *Uredo* le 17 mai, comme je l'ai observé pour le *P. Malvacearum* ([2]) et, comme cela est probable, pour toutes les Puccinies à germination directe.

» L'espace me manque pour donner un abrégé de l'historique et développer quelques considérations sur ce changement de plantes hospitalières. Plusieurs autres expériences n'ont pas donné les résultats attendus ou indiqués. »

M. **Lombard** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie, un Ouvrage intitulé « Climatologie médicale ». Cet Ouvrage est accompagné d'une analyse manuscrite. (Extrait.)

« En résumé, mes quatre Volumes et mon Atlas contiennent un grand

---

([1]) Notamment *Comptes rendus*, séance du 9 décembre 1878.

([2]) *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXI, p. 292 (1874).

nombre de faits nouveaux et contribuent à faire connaître les différents climats au point de vue physiologique, pathologique et thérapeutique. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une Carte des Alpes de M. *A. Civiale*, accompagnée d'une Brochure intitulée « Voyages photographiques dans les Alpes ».

(Renvoi à la Section de Géographie, à laquelle MM. Sainte-Claire Deville et Daubrée sont priés de s'adjoindre.)

M. Ch. Trépied se met à la disposition de l'Académie pour l'observation du prochain passage de Vénus.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouveaux théorèmes sur l'équation indéterminée* $ax^4 + by^4 = z^2$. Note du P. Pepin.

« Ces théorèmes ont pour objet des cas fort étendus, où l'équation proposée est impossible en nombres entiers, tandis que l'équation quadratique correspondante admet une infinité de solutions. Chacun d'eux comprend une série indéfinie d'équations de la forme indiquée, ayant un coefficient commun et dont l'autre coefficient est successivement égalé à tous les nombres premiers renfermés dans une même forme quadratique. Je me contenterai de formuler distinctement quelques-uns de ces théorèmes; puis, pour abréger, je réunirai les autres dans un énoncé commun.

» I. On ne peut résoudre en nombres rationnels aucune des équations

$$71x^4 - 14y^4 = z^2, \quad 79x^4 - 14y^4 = z^2,$$
$$113x^4 - 14y^4 = z^2, \quad 191x^4 - 14y^4 = z^2,$$
$$193x^4 - 14y^4 = z^2, \quad 263x^4 - 14y^4 = z^2,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

comprises dans la formule $px^4 - 14y^4 = z^2$, où p désigne un nombre premier, représenté par la forme $2u^2 + 7v^2$.

» II. Si l'on désigne par p l'un quelconque des nombres premiers 13, 81, 101, 137, 257, 331, 389, 421, 433, 457, 557, 577, ..., représentés par

la forme $2u^2 + 2uv + 9v^2$, l'équation

$$px^4 - 14y^4 = z^2$$

est impossible en nombres rationnels.

» III. De même, l'équation

$$px^4 - 20y^4 = z^2$$

n'admet aucune solution en nombres rationnels lorsque y est l'un des nombres premiers représentés par la forme $4u^2 + 5v^2$, tels que 41, 61, 109, 149, 241, 269, 281, 389, 409, 421, ...

» IV. De même encore, l'équation

$$px^4 - 32y^4 = z^2$$

est impossible en nombres rationnels lorsque p désigne l'un des nombres premiers 17, 73, 89, 97, 193, 223, 241, 281, 433, ..., représentés par la forme $4u^2 + 4uv + 9v^2$.

» Plus généralement, aucune des équations renfermées dans la formule

$$px^4 - my^4 = z^2$$

n'est résoluble en nombres rationnels lorsque p désigne un nombre premier non diviseur de m et que, en outre, les deux nombres m et p présentent l'une des combinaisons suivantes :

. $m = 34$, $p = 2u^2 + 17v^2 =$ 19, 67, 89, 179, 251, 281, 353, 409, 433, 443, 457, ...
I. $m = 39$, $p = 3u^2 + 13v^2 =$ 61, 79, 127, 199, 211, 283, 313, 337, 373, 433, 571, ...
II. $m = 46$, $p = 2u^2 + 23v^2 =$ 31, 41, 73, 151, 223, 239, 257, 311, 449, 577, ...
III. $m = 49$, $p = 2u^2 + 2uv + 25v^2 =$ 29, 37, 109, 137, 233, 281, 337, 389, 401, ...
X. $m = 52$, $p = 4u^2 + 13v^2 =$ 17, 29, 113, 157, 181, 269, 313, 337, 373, 389, ...
. $m = 55$, $p = 5u^2 + 11v^2 =$ 31, 91, 179, 181, 191, 331, 401, 419, 421, 449, ...
I. $m = 56$, $p = 4u^2 + 4uv + 15v^2 =$ 23, 127, 151, 239, 487, 743, 751, 967, 1021, 1087, ...
II. $m = 63$, $p = 7u^2 + 9v^2 =$ 37, 43, 109, 151, 193, 211, 331, 337, 379, 457, 487, 499, ...
III. $m = 64$, $p = 4u^2 + 4uv + 17v^2 =$ 17, 41, 97, 137, 193, 241, 313, 433, 457, ...
IV. $m = 66$, $p = 3u^2 + 22v^2 =$ 97, 163, 379, 499, 577, 859, ...
V. $m = 73$, $p = 2u^2 + 2uv + 37v^2 =$ 37, 41, 61, 97, 149, 181, 257, 349, 353, 389, ...
VI. $m = 77$, $p = 14u^2 + 14uv + 9v^2 =$ 37, 53, 137, 421, 441, 617, 1061, ...
VII. $m = 80$, $p = 9u^2 + 2uv + 9v^2 =$ 41, 241, 281, 409, 449, 569, 601, 641, 881, 929, ...
VIII. $m = 82$, $p = 2u^2 + 41v^2 =$ 43, 59, 73, 113, 139, 241, 283, 371, 379, 401, 419, ...
IX. $m = 84$, $p = 4u^2 + 21v^2 =$ 37, 193, 277, 421, 541, 673, 881, 1009, ...
X. $m = 96$, $p = 4u^2 + 4uv + 25v^2 =$ 73, 193, 241, 313, 317, 337, 577, 601, 769, ...
XI. $m = 97$, $p = 2u^2 + 2uv + 49v^2 =$ 53, 61, 73, 89, 109, 193, 229, 269, 313, 449, 461, ...
XII. $m = 100$, $p = 4u^2 + 25v^2 =$ 29, 41, 61, 89, 229, 241, 281, 349, 421, 509, 601, ...
XIII. $m = 142$, $p = 2u^2 + 71v^2 =$ 73, 89, 103, 199, 233, 313, 359, 409, 463, 521, ...
XIV. $m = 148$, $p = 4u^2 + 37v^2 =$ 41, 53, 73, 101, 137, 181, 233, 293, 337, 349, 397, ...
XV. $m = 193$, $p = 2u^2 + 2uv + 97v^2 =$ 97, 101, 109, 137, 193, 241, 317, 409, 461, 577, ...

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques remarques relatives à l'équation de Lamé* (¹). Note de M. ESCARY.

« Le polynôme $\Phi_l^{(n)}$, exprimé à l'aide des A_i, conserve la même forme pour i supprimé, égal à 1, égal à 2. On obtient ainsi les polynômes de Lamé, que nous représenterons par $N_l^{(n)}$, $M_l^{(n)}$, $R_l^{(n)}$, en conservant, aux indices près, les désignations de M. Liouville. Égalé à zéro, il a, dans les trois cas, ses racines réelles et comprises entre $-\sqrt{2}$ et $+\sqrt{2}$. On peut aussi l'exprimer à l'aide des B_i et à l'aide des C_i. En ayant égard aux relations (a), rappelées dans la Note de la séance précédente, et aux trois suivantes, que Lamé en déduit comme conséquences, en introduisant le module complémentaire k',

$$C^2 - B^2 = k'^2, \quad B_1^2 + C_1^2 = k'^2, \quad B_2^2 - C_2^2 = k'^2,$$

le polynôme $\Phi_l^{(n)}$ s'écrit encore, en posant

$$\frac{\Gamma(l+1)}{2^{n-l}\Gamma(2l+1)\Gamma(n+1)} = \Pi, \quad (-1)^\mu \frac{n(n-1)(n-2)\ldots(n-\mu+1)}{1.2.3\ldots\mu} \frac{d^{n+l}z^{2n-2\mu}}{dz^{n+l}} = S_z^\mu,$$

sous les six formes suivantes :

$$(\mathrm{I}) \quad \left\{ \begin{aligned} N_l^{(n)} &= \Pi B^l \sum_{\mu=0}^{\mu=h} [S_z^\mu (k'^2 + B^2)^{h-\mu}]_{z=1}, \\ M_l^{(n)} &= \Pi B_1^l \sum_{\mu=0}^{\mu=h} [S_z^\mu (k'^2 - B_1^2)^{h-\mu}]_{z=1}, \\ R_l^{(n)} &= \Pi B_2^l \sum_{\mu=0}^{\mu=h} [S_z^\mu (B_2^2 - k'^2)^{h-\mu}]_{z=1}, \\ N_l^{(n)} &= \Pi (C^2 - k'^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(C^2-1)^n}{dC^{n+l}}, \\ M_l^{(n)} &= \Pi (k'^2 - C_1^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(C_1^2-1)^n}{dC^{n+l}}, \\ R_l^{(n)} &= \Pi (k'^2 + C_2^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(C_2^2-1)^n}{dC_2^{n+l}}. \end{aligned} \right.$$

» Sous cette forme, on aperçoit, à première vue, la nature des racines

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 40.

de ces différents polynômes égalés à zéro et les limites entre lesquelles ces racines se trouvent comprises.

» Les polynômes au moyen desquels on intègre les deux équations (7) que nous avons indiquées dans la Note de la séance précédente se déduisent encore de $\Phi_l^{(n)}$ par de simples permutations circulaires. On obtient ainsi les dix-huit formules transcrites plus loin.

» Nous avons ainsi vingt-sept polynômes tous également propres à intégrer l'équation de Lamé. Ils donnent neuf manières différentes de développer une fonction arbitraire des A_i, B_i, C_i, suivant les degrés ascendants de ces polynômes, associés par groupes de trois. Ce luxe de représentation, qui laisse une certaine indétermination dans le choix du développement à adopter, doit être regardé, au point de vue des applications, comme une circonstance heureuse.

$$
\text{(II)}\quad
\left\{
\begin{aligned}
N_l^{(n)} &= \Pi(B^2+k'^2)^{\frac{l}{2}} \sum_{\mu=0}^{\mu=h} \left[S_z^\mu (k^2 - B^2)^{h-\mu}\right]_{z=1},\\
M_l^{(n)} &= \Pi(k'^2-B_1^2)^{\frac{l}{2}} \sum_{\mu=0}^{\mu=h} \left[S_z^\mu (k^2 + B_1^2)^{h-\mu}\right]_{z=1},\\
R_l^{(n)} &= \Pi(B_2^2-k'^2)^{\frac{l}{2}} \sum_{\mu=0}^{\mu=h} \left[S_z^\mu (k^2 + B_2^2)^{h-\mu}\right]_{z=1},\\
N_l^{(n)} &= \Pi(1-A^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(A^2-1)^n}{dA^{n+l}},\\
M_l^{(n)} &= \Pi(1-A_1^2)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(A_1^2-1)^n}{dA_1^{n+l}},\\
R_l^{(n)} &= \Pi(A_2^2-1)^{\frac{l}{2}} \frac{d^{n+l}(A_2^2-1)^n}{dA_1^{n+l}},\\
N_l^{(n)} &= \Pi C^l \sum_{\mu=0}^{\mu=h} \left[S_z^\mu (1 - C^2)^{h-\mu}\right]_{z=1},\\
M_l^{(n)} &= \Pi C_1^l \sum_{\mu=0}^{\mu=h} \left[S_z^\mu (1 - C_1^2)^{h-\mu}\right]_{z=1},\\
R_l^{(n)} &= \Pi C_2^l \sum_{\mu=0}^{\mu=h} \left[S_z^\mu (1 + C_2^2)^{h-\mu}\right]_{z=1},
\end{aligned}
\right.
$$

$$
(\mathrm{III})\quad\left\{\begin{aligned}
\mathrm{N}_l^{(n)} &= \Pi(1-\mathrm{C}^2)^{\frac{l}{2}}\sum_{\mu=0}^{\mu=h}[\mathrm{S}_z^{\mu}(\mathrm{C}^2-k'^2)^{h-\mu}]_{z=1},\\
\mathrm{M}_l^{(n)} &= \Pi(1-\mathrm{C}_1^2)^{\frac{l}{2}}\sum_{\mu=0}^{\mu=h}[\mathrm{S}_z^{\mu}(k'^2-\mathrm{C}_1^2)^{h-\mu}]_{z=1},\\
\mathrm{R}_l^{(n)} &= \Pi(1+\mathrm{C}_2^2)^{\frac{l}{2}}\sum_{\mu=0}^{\mu=h}[\mathrm{S}_z^{\mu}(k'^2+\mathrm{C}_2^2)]_{z=1};\\
\mathrm{N}_l^{(n)} &= \Pi\,\mathrm{A}^l\sum_{\mu=0}^{\mu=h}[\mathrm{S}_z^{\mu}(k^2-\mathrm{A}^2)^{h-\mu}]_{z=1},\\
\mathrm{M}_{l_1}^{(n)} &= \Pi\,\mathrm{A}_1^l\sum_{\mu=0}^{\mu=h}[\mathrm{S}_z^{\mu}(\mathrm{A}_1^2-k^2)^{h-\mu}]_{z=1},\\
\mathrm{R}_l^{(n)} &= \Pi\,\mathrm{A}_2^l\sum_{\mu=0}^{\mu=h}[\mathrm{S}_z^{\mu}(\mathrm{A}_2^2-k^2)^{h-\mu}]_{z=1},\\
\mathrm{N}_l^{(n)} &= \Pi(k^2-\mathrm{B}^2)^{\frac{l}{2}}\frac{d^{n+l}(\mathrm{B}^2-1)^n}{d\mathrm{B}^{n+l}},\\
\mathrm{M}_l^{(n)} &= \Pi(k^2+\mathrm{B}_1^2)^{\frac{l}{2}}\frac{d^{n+l}(\mathrm{B}_1^2-1)^n}{d\mathrm{B}_1^{n+l}},\\
\mathrm{R}_l^{(n)} &= \Pi(k^2+\mathrm{B}_2^2)^{\frac{l}{2}}\frac{d^{n+l}(\mathrm{B}_2^2-1)^n}{d\mathrm{B}_2^{n+l}}.
\end{aligned}\right.
$$

» A la seule inspection de ces polynômes, on aperçoit l'espèce de toutes leurs racines et les limites entre lesquelles elles sont comprises. Au point de vue où nous nous trouvons placé, on voit qu'il importe peu que les racines soient réelles ou imaginaires et que ce qu'il est indispensable de connaître pour effectuer la représentation d'une fonction arbitraire, ce sont les limites entre lesquelles toutes ces racines se trouvent comprises. Enfin l'on peut observer que, en prenant successivement pour variables indépendantes, dans l'équation différentielle de Lamé, les A_i, B_i, C_i, il y a toujours un groupe de trois facteurs représenté par des expressions différentielles, offrant de l'analogie avec ceux qui entrent dans les fonctions Y_n. Il est à présumer que les développements auxquels ils donneront naissance seront d'une étude plus simple et plus facile que les autres. »

GÉODÉSIE. — *Nouvelle méthode pour déterminer la longueur du pendule simple.* Note de M. G. Govi, présentée par M. Faye.

« Si l'on a une verge rigide assez longue et d'un poids peu considérable suspendue par une de ses extrémités à un axe horizontal, normal à l'axe de la verge, qui passe en même temps par son centre de gravité; si l'on fait glisser sur cette verge un curseur assez lourd, qui peut y être arrêté en différents endroits, sans que jamais son centre de gravité cesse de se trouver sur l'axe de la verge, et si un pendule ainsi constitué est mis en oscillation dans le vide sur des supports inébranlables, on peut s'en servir très facilement pour déterminer la longueur du pendule simple qui bat la seconde en un lieu quelconque.

» Supposons, en effet, que l'on fasse osciller d'abord le pendule quand le poids curseur est à l'extrémité inférieure de la verge, et que l'on trouve la durée de ses oscillations *infiniment petites* égale à t [1]. On pourra ensuite remonter le curseur d'une certaine quantité b, qu'on obtiendra avec une grande précision à l'aide d'un cathétomètre ou, pour mieux dire, d'un viseur à microscopes et d'une règle divisée parfaitement étalonnée. En faisant osciller de nouveau le pendule, on aura une autre durée d'oscillation t_1.

» Par un nouveau déplacement du curseur b_2 (les intervalles b_1, b_2,... doivent être toujours comptés à partir de la première position du curseur), on obtiendra une troisième durée d'oscillation t_2, et, finalement, on en aura une quatrième t_3 en déplaçant une dernière fois le curseur d'une quantité b_3.

» Cela fait, on déduira la longueur L du pendule simple qui bat la seconde, dans le lieu où l'on fait les expériences, de la relation suivante, qu'il n'est pas difficile d'établir :

$$L = \frac{b_1 b_3 (b_3 - b_1)(t^2 - t_2^2) - b_1 b_2 (b_2 - b_1)(t^2 - t_3^2) - b_2 b_3 (b_3 - b_2)(t^2 - t_1^2)}{b_1 b_3 (t_1^2 - t_3^2)(t^2 - t_2^2) - b_1 b_2 (t_1^2 - t_2^2)(t^2 - t_3^2) - b_2 b_3 (t_2^2 - t_3^2)(t^2 - t_1^2)}.$$

» Comme il est assez facile d'obtenir quelques autres durées d'oscil-

(1) La durée des oscillations peut être déterminée soit par la méthode des coïncidences imaginée par Mairan, soit par le dénombrement effectif des oscillations pendant un certain temps qu'on mesure à l'aide d'un chronographe ou d'un instrument analogue.

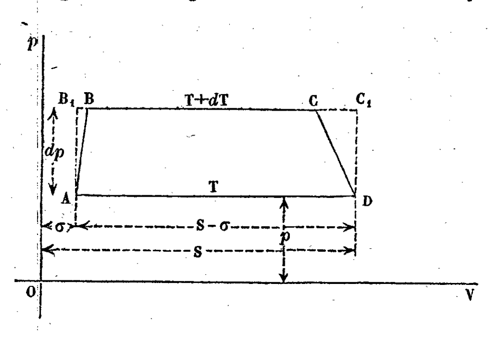
lation, en déplaçant de nouveau le curseur, on comprend qu'il est possible d'en tirer assez rapidement des valeurs de L de plus en plus approchées, et cela sans avoir à évaluer aucune des quantités qu'exigent les méthodes ordinaires, et qu'il est presque impossible de déterminer avec quelque exactitude. »

THERMODYNAMIQUE. — *Méthode synthétique rapide pour établir les formules fondamentales relatives aux changements d'état.* Note de M. C. VIRY, présentée par M. Tresca.

« On sait que M. Clausius obtint pour la première fois ces formules par la considération d'un cycle élémentaire de Carnot auquel il appliquait successivement les deux principes fondamentaux de la théorie thermodynamique.

» Mais, si, au lieu de considérer ce cycle élémentaire de Carnot, je considère le cycle suivant (voir la figure), qui n'est autre que le cycle parcouru par la vapeur dans une machine à vapeur fonctionnant avec enveloppe, lorsqu'on suppose la chute de température très petite et égale à dT, je dis qu'on arrive ainsi, d'une manière infiniment plus *simple, plus claire et plus rapide,* aux mêmes résultats.

» En effet, dans la première phase AB, l'unité de poids du liquide s'é-



chauffe de T à T + dT, sous la pression variable de la vapeur saturée, et absorbe, par conséquent, une quantité de chaleur cdT, *c étant la chaleur spécifique du liquide sous la pression variable de la vapeur saturée.*

» Dans la deuxième phase BC, le liquide se vaporise entièrement à la température constante T + dT et absorbe pour cela une quantité de chaleur égale à $r + dr$, *r étant la chaleur de vaporisation à* T°.

» Dans la troisième phase CD, si je suppose que la vapeur se détende, *en*

restant saturée, sa température baissant de dT, elle absorbera une quantité de chaleur — $c_1 dT$, c_1 *étant la chaleur spécifique de la vapeur saturée à* T.

» Enfin, dans la quatrième phase DA, la vapeur se condense entièrement à la température T et rend ainsi au condenseur une quantité de chaleur égale à r.

» De telle sorte que, pendant cette évolution, la quantité de chaleur disparue et transformée en travail a pour expression

$$c\,dT + dr - c_1\,dT.$$

» Le travail effectué, étant d'ailleurs représenté par l'aire du cycle ABCD, égale évidemment, à la limite, à l'aire du rectangle AB_1C_1D (en négligeant les infiniment petits du deuxième ordre figurés par les surfaces AB_1B, CC_1D), aura pour expression

$$(s - \sigma)\,dp,$$

σ étant le volume du liquide à T, S le volume de sa vapeur saturée à la même température.

» Or, 1° en vertu du principe de l'équivalence, la chaleur disparue étant proportionnelle au travail effectué, on aura, A étant le coefficient de proportionnalité,

$$c\,dT + dr - c_1\,dT = A(s - \sigma)\,dp,$$

ou enfin, en divisant tous les termes par dT et posant $s - \sigma = u$,

$$(1) \qquad c - c_1 + \frac{dr}{dT} = Au\frac{dp}{dT}.$$

» En vertu du principe de Carnot, le cycle en question étant fermé et réversible, on a

$$\int \frac{dQ}{T} = 0,$$

ou, en séparant les termes de cette somme relatifs aux quatre phases successives du cycle,

$$\frac{c\,dT}{T} + \frac{r + dr}{T + dT} - \frac{c_1\,dT}{T} - \frac{r}{T} = 0,$$

que l'on peut évidemment écrire

$$(c - c_1)\frac{dT}{T} + d\left(\frac{r}{T}\right) = 0,$$

ou bien, en opérant la différentiation indiquée,

$$(c - c_1)\frac{dT}{T} + \frac{dr}{T} - \frac{r\,dT}{T^2} = 0,$$

de laquelle on conclut enfin

$$(2) \qquad c - c_1 + \frac{dr}{dT} = \frac{r}{T}.$$

Or ces deux formules (1) et (2) sont bien les deux formules fondamentales connues, relatives aux changements d'état. On en conclut immédiatement pour l'expression générale de la chaleur de vaporisation, en égalant les deux seconds membres de ces égalités,

$$(3) \qquad r = ATu\frac{dp}{dT}.$$

» D'ailleurs la relation (2) fournit l'expression générale de la chaleur spécifique de la vapeur saturée

$$c_1 = c + \frac{dr}{dT} - \frac{r}{T},$$

dans laquelle on peut, vu la très faible compressibilité des liquides, remplacer c, faible chaleur spécifique du liquide *sous la pression de la vapeur saturée,* par C, chaleur spécifique du liquide *sous pression constante.* »

PHYSIQUE. — *Sur la constitution de la matière et l'état ultra-gazeux.* Extrait d'une Lettre adressée par M. **Crookes** à M. Dumas.

« On m'a bien souvent demandé de donner corps à l'opinion avancée par moi que la matière pouvait se présenter sous un quatrième état : à l'état ultra-gazeux, et beaucoup d'hommes de science doutent encore que la matière puisse exister par delà l'état gazeux.

» Expliquons d'abord, pour coordonner ces faits, ce qu'est la matière sous les trois états : solide, liquide, gazeux.

» 1° *Solides.* — Ils se composent de molécules discontinues, séparées les unes des autres par des interstices relativement grands, on peut même dire énormes, si on les compare au diamètre du noyau central que nous appelons *molécule*. Ces molécules, formées elles-mêmes d'atomes, sont régies par certaines lois (forces), entre autres l'attraction et le mouvement. L'attraction, quand elle s'exerce à des distances sensibles, s'appelle

gravitation; elle prend le nom d'*adhésion* ou de *cohésion* lorsque ces distances sont moléculaires.

» Cette force de cohésion est contre-balancée par les mouvements propres des molécules elles-mêmes, mouvements qui, variant en raison directe de la température, augmentent ou diminuent d'étendue suivant que la température s'élève ou s'abaisse. Les molécules des corps solides ne se déplacent pas, mais elles conservent une adhésion et leur position reste fixe dans leurs centres d'oscillation.

» Il s'ensuit que l'état solide, que nous avons l'habitude de considérer comme l'état par excellence de la matière, n'est que l'effet produit sur nos sens par les mouvements des molécules simples sur elles-mêmes.

» 2° *Liquides.* — La force de cohésion y est très réduite, et l'adhésion, ou la fixité de position des centres d'oscillation des molécules, est anéantie. Les liquides étant artificiellement chauffés, les mouvements intermoléculaires augmentent en proportion de l'élévation de température jusqu'à ce qu'enfin la cohésion soit vaincue ; alors les molécules s'échappent dans l'espace avec une vélocité inouïe.

» Les liquides possèdent la propriété de viscosité, c'est-à-dire qu'ils offrent une certaine résistance au passage des corps solides; mais, malgré cela, ils ne peuvent pas toujours résister à leur action, qu'elle qu'en soit la faiblesse, si elle devient persistante.

» 3° *Gaz.* — Leurs molécules s'envolent dans toutes les directions imaginables, avec des collisions continuelles et des vitesses rapides variant constamment, si l'espace libre qu'elles parcourent est suffisamment étendu pour qu'elles soient affranchies de la force de cohésion. Étant libres de circuler, les molécules exercent une pression dans toutes les directions, et, si la gravitation n'existait pas, elles s'envoleraient dans l'espace. L'état gazeux se maintient tant que les chocs moléculaires continuent à être presque infinis en nombre et d'une irrégularité inconcevable.

» Le même raisonnement s'applique à deux ou plusieurs molécules contigües, pourvu que leurs mouvements soient arrêtés ou contrôlés de telle sorte qu'aucun choc entre elles ne soit possible; et en supposant même que cette agrégation de molécules simples, hors d'état de s'entre-choquer, soit transportée en bloc d'une partie de l'espace à une autre, le mouvement ainsi produit ne saurait leur conférer la propriété de gaz. Un vent moléculaire peut toujours être considéré comme représentant des molécules simples, de même que la décharge d'une mitrailleuse consiste en projectiles isolés.

» 4° *Etat ultra-gazeux ou radiant.* — La matière présente alors le résultat définitif de l'expansion gazeuse. Par suite d'une grande raréfaction, le parcours libre des molécules est rendu tellement long que les chocs dans un temps donné peuvent être négligés par rapport aux non-rencontres. Dans ce cas, la molécule moyenne peut obéir à ses mouvements et lois propres sans entrave; et si la distance moyenne des chocs est comparable aux dimensions du contenant, les propriétés qui constituent la gazéité se réduisent au minimum : la matière alors passe à l'état ultra-gazeux.

» Mais le même état de choses se produirait si, par un moyen quelconque, nous pouvions agir sur une certaine quantité de gaz, et amener par quelque force étrangère de la régularité dans les collisions désordonnées de ses molécules, en les contraignant à prendre un mouvement rectiligne méthodique.

» En conséquence, l'état gazeux dépend avant tout de collisions. Un espace donné contient des milliers et des milliers de molécules qui se meuvent rapidement dans toutes les directions, chaque molécule ayant des milliers de rencontres par seconde. Dans un tel cas, la distance moyenne des chocs des molécules entre elles est excessivement minime si on la compare aux dimensions du réceptacle qui les contient, et l'on peut observer les propriétés qui constituent l'état gazeux ordinaire de la matière, lequel dépend de collisions constantes.

» Quel est donc l'état de ces molécules? Considérons une molécule isolée dans l'espace : est-elle solide, liquide, ou gazeuse? Solide, elle ne peut pas l'être, parce que l'idée de solidité suppose certaines propriétés qui n'apparaissent pas dans la molécule isolée. En effet, une molécule isolée est une entité inconcevable, que nous cherchions, comme Newton, à la considérer comme un petit corps sphérique dur, ou avec Boscovitch et Faraday à la comme un centre de force, ou avec sir William Thomson à l'accepter regarder comme un atome tourbillonnant. Mais, si la molécule individuelle n'est pas solide, à plus forte raison ne saurait-elle être regardée comme liquide ou gazeuse, car, bien plus que l'état solide, ces états sont dus à des collisions intermoléculaires. Les molécules simples, par conséquent, doivent être classées à part comme étant dans un état distinct.

» J'ai démontré que cela a lieu dans le phénomène qui cause les mouvements du radiomètre, et j'ai rendu ces mouvements visibles dans mes dernières recherches sur la décharge négative dans les tubes à vide. Dans le premier cas, le noir d'ivoire échauffé, dans le second le pôle négatif électriquement excité donnent la force majeure qui change, totalement ou

en partie, en mouvement rectiligne les vibrations jusqu'alors irrégulières dans toutes les directions. Je considère les molécules comme présentant les conditions de la matière radiante, dès que les mouvements irréguliers qui constituent l'essence de l'état gazeux ont été remplacés par un mouvement rectiligne.

» Entre le troisième et le quatrième état, il n'existe pas de ligne nette de démarcation, pas plus qu'il n'en existe entre les solides et les liquides ou les liquides et les gaz ; ils se confondent insensiblement l'un dans l'autre.

» Dans le quatrième état, les propriétés de la matière qui existent même dans le troisième peuvent être démontrées directement, tandis que dans l'état gazeux elles ne peuvent l'être qu'indirectement, par viscosité ou autrement.

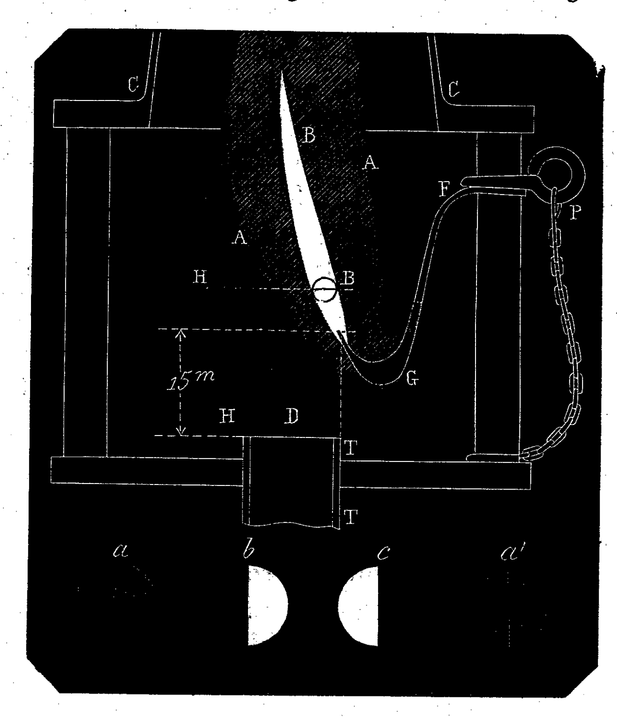
» Les lois ordinaires qui régissent les gaz sont une simplification des propriétés de la matière dans le quatrième état; une telle simplification n'est possible que quand la distance moyenne des chocs des molécules est petite comparativement aux dimensions du contenant. Pour simplifier, nous ferons abstraction des molécules simples, et nous supposerons une matière continue, dont les propriétés fondamentales, telle que la pression variable selon la densité, et ainsi de suite, sont déjà connues par l'expérience. Un gaz n'est rien autre chose qu'un assemblage de molécules considéré à un point de vue simplifié. Lorsque nous nous occupons de phénomènes dans lesquels nous sommes forcés de tenir compte des molécules individuelles, il ne faut plus regarder cet assemblage comme gaz.

» Ces données nous conduisent à une autre considération bien curieuse. La molécule, intangible, invisible, difficilement concevable, est la seule vraie matière, et ce que nous appelons matière n'est ni plus ni moins que l'effet produit sur nos sens par le mouvement des molécules ou, comme le dit John Stewart Mill, « une possibilité permanente de sensation ». Il n'y a pas plus de raison pour représenter comme matière l'espace parcouru par des molécules en mouvement qu'il n'y en aurait à considérer comme du plomb l'air traversé par une balle de fusil. Ce point de vue une fois admis, il s'ensuit que la matière n'est qu'un mode de mouvement. A la température du zéro absolu, tout mouvement intermoléculaire disparaîtrait, et, s'il est vrai qu'il resterait encore *un je ne sais quoi* conservant des propriétés d'inertie et de poids, la matière, telle que nous la connaissons, cesserait d'exister. »

OPTIQUE. — *Sur les lampes monochromatiques*. Note de M. L. LAURENT.

« Relativement à la Note de M. A. Terquem sur des modifications apportées aux lampes monochromatiques (21 juin 1880), j'ai l'honneur de rappeler à l'Académie que je lui ai présenté, en différentes fois, des modifications aux brûleurs à gaz et un nouvel éolipyle.

» 1° *Brûleurs à gaz*. — Dans ces derniers, que je construis depuis plus de six ans, j'obtiens, par une proportion étudiée des trous d'arrivée du gaz et de l'air, du diamètre et de la longueur du tube où ces gaz se mélangent,



une flamme violette très chaude, avec un petit cône intérieur *bleu* (et non vert) avec des ouvertures *latérales* (¹) *sans oscillations de la flamme*, et sans crainte que le brûleur ne s'allume en dedans, pour des pressions variables à partir de $0^{m},020$ et au-dessus.

» La forme et la place de la cuiller de platine, qui sont très impor-

(¹) La place des trous d'air est indifférente; M. Lecoq de Boisbaudran les met au-dessus: ce qui est utile, c'est leur section.

tantes, donnent une flamme jaune intérieure étroite, très intense et très supérieure à celle des brûleurs Bunsen, construits par M. Duboscq.

» L'emploi du photomètre pour juger de la valeur intrinsèque de ces flammes quand on les emploie avec les saccharimètres ne me paraît pas la meilleure méthode, car elle donne la valeur totale de la flamme, laquelle est généralement beaucoup trop grande; les saccharimètres modifiés n'en utilisent qu'un cercle de $0^{m},002$ de diamètre. Or, ce qu'il faut surtout, c'est une flamme très intense, lors même qu'elle serait très étroite : c'est ce que j'ai cherché et ce que j'ai réussi à obtenir.

» La méthode de comparaison la plus rationnelle, dans ce cas spécial, serait d'essayer un saccharimètre, avec le même tube contenant une dissolution sucrée assez foncée, avec ces différents brûleurs, et de comparer ensuite les moyennes des lectures obtenues avec chacun d'eux.

» Je rappellerai aussi que les nouveaux perfectionnements du polarimètre permettent d'employer deux ou plusieurs becs, car ils sont assez éloignés des cristaux *collés* pour éviter les anomalies produites par la chaleur des becs.

» 2° Dans le cas où le gaz a une pression inférieure à $0^{m},020$ d'eau, ou lorsqu'on n'a pas le gaz, j'ai présenté également un éolipyle brûlant avec de l'alcool, de l'esprit de bois, etc., que l'on trouve partout; il donne une lumière aussi intense qu'avec le gaz, et il est plus simple que l'emploi de l'appareil à produire l'hydrogène au moyen de l'acide sulfurique (1).

» Le cliché ci-joint montre, en vraie grandeur, la flamme obtenue par ces brûleurs à gaz et l'éolipyle. »

MAGNÉTISME. — *Effets téléphoniques résultant du choc des corps magnétiques.* Note de M. **Ader**, présentée per M. Th. du Moncel.

« A la suite d'expériences téléphoniques faites à Toulon en 1878, M. Desportes démontra que des sons pouvaient être déterminés dans un téléphone sous l'influence d'un choc produit sur un barreau magnétique enveloppé par une hélice magnétisante reliée au téléphone. On attribua cet effet à des courants induits résultant des déplacements du barreau à l'inté-

(1) J'ai montré le renversement des raies D à la Société de Physique, séance de Pâques, le 2 avril 1880.

rieur de la bobine sous l'influence du choc. Certaines expériences que j'ai entreprises depuis cette époque m'ayant démontré que le phénomène était plus compliqué, je combinai diverses expériences pour élucider cette question, et je suis arrivé à des résultats intéressants que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Je suis d'abord arrivé à démontrer que, si on prend les précautions convenables pour empêcher tout déplacement d'un noyau magnétique à l'intérieur de la bobine reliée au téléphone; si, par exemple, on enroule le fil de cette bobine sur le noyau lui-même, en noyant les spires dans de la gomme laque, on n'obtient aucun son dans le téléphone en frappant le noyau avec un corps non magnétique. En revanche, on reproduit parfaitement les sons en frappant avec une masse de fer, ce que l'on comprend du reste aisément. On peut encore les reproduire si on enroule librement au-dessus de l'hélice ainsi noyée dans la gomme laque les fils terminaux de cette hélice; deux ou trois tours suffisent pour cela.

» D'un autre côté, si on place à l'intérieur d'une petite bobine ordinaire des noyaux métalliques composés de métaux différents, on reconnaît qu'il n'y a que les métaux magnétiques *dépourvus de force coërcitive persistante* qui provoquent des sons téléphoniques quand ils sont frappés. Ainsi, un fil de fer ou de nickel donne des effets très caractérisés, *alors qu'un fil d'acier trempé non magnétisé* n'en produit aucun. Mais ce qui est important à constater, c'est que ces effets sont d'autant plus énergiques que le noyau est plus divisé à l'intérieur de la bobine, et les meilleurs résultats ont été obtenus quand le fil magnétique était composé de bouts de fils de fer disposés en prolongement les uns des autres et n'ayant que $0^{m},001$ ou $0^{mm},002$ de longueur sur $0^{mm},001$ de diamètre. Dans ces conditions, on peut faire un téléphone capable de reproduire la parole très distinctement. Il suffit pour cela de placer au-dessous d'un diaphragme téléphonique d'environ $0^{m},10$ de diamètre sur $0^{mm},7$ d'épaisseur et muni d'une embouchure, une petite bobine à fil fin (n° 40) de $0^{m},05$ de longueur, remplie de ces fragments de fils de fer dont il vient d'être question, et d'appuyer avec une pression convenable le fragment extérieur, qui doit être plus long que les autres, contre le centre du diaphragme. En parlant alors devant l'embouchure, on détermine une série de vibrations qui, en produisant une série de chocs correspondants, transmettent la parole d'une manière satisfaisante, sans nécessiter la présence d'aucune pile.

» L'appareil précédent permet en outre de constater un fait important,

qui ne laisse pas que de compliquer la question, car il prouve que *le déplacement seul du noyau magnétique à l'intérieur de la bobine ne suffit pas pour reproduire les sons*, ce qui écarte par conséquent l'hypothèse de l'action directe du magnétisme terrestre. Il faut qu'il y ait en plus un *choc* effectué et même un *choc multiple*. On peut s'en convaincre en soudant au diaphragme de l'appareil un fil de fer enfoncé dans l'hélice. Dans ces conditions, les vibrations déplacent le fil de fer, et, en présence de l'aimant terrestre, il devrait se développer des courants capables de reproduire des sons. Or, il ne s'en produit aucun, et pour les obtenir il faut placer dans l'hélice un second noyau de fer contre lequel le premier puisse produire des chocs. On peut en quelque sorte analyser les effets produits en cette circonstance par les expériences suivantes :

» Si l'on comprime un noyau de fer muni d'une bobine enroulée entre deux pièces de cuivre serrées angulairement entre les mâchoires d'un étau, et que le noyau de fer soit rivé sur l'une de ces pièces, on reconnaît, en enlevant brusquement sous pression l'autre pièce de cuivre, qu'il se produit un son dans le téléphone, et ce son est dû sans doute au mouvement des molécules magnétiques qui reprennent leur position d'équilibre normal. Si l'on reproduit une action mécanique analogue sur le noyau, mais de manière à l'étirer au lieu de le comprimer, on constate encore la production d'un son au moment où le barreau reprend ses conditions normales, et il en est de même en exerçant sur le noyau un effet de torsion. On peut donc dire que *toute action mécanique ayant pour conséquence de troubler l'état d'équilibre moléculaire d'un noyau magnétique a pour effet de développer, au moment où ce noyau reprend brusquement ses conditions d'équilibre, un courant électrique capable d'impressionner le téléphone*, et, comme un choc se trouve être dans le même cas que les effets que nous venons d'étudier, on peut trouver dans ce principe la cause des résultats qui font l'objet de cette Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les composés fluorés de l'uranium.* Note de M. A. DITTE.

« Lorsqu'on traite l'oxyde vert d'uranium U^3O^4 par un excès d'acide fluorhydrique concentré, l'attaque, lente à froid, devient rapide dès que l'on chauffe vers 50°; un faible dégagement de gaz se manifeste, et l'on obtient

d'une part une liqueur jaune, de l'autre une poudre verte très fine et très légère qui se dépose aisément. Si l'on évapore doucement pour chasser l'excès d'acide fluorhydrique, puis qu'on reprenne par l'eau bouillante et qu'on filtre, la substance verte est retenue, et la liqueur jaune qui passe, lentement évaporée, laisse déposer des cristaux jaunes transparents, qui, séchés à 120°, présentent la formule $U^2Fl^3, 4HFl$.

» Le fluorhydrate de sesquifluorure d'uranium, chauffé dans un creuset de platine fermé, fond d'abord en un liquide jaune, puis laisse dégager de l'acide fluorhydrique en même temps que quelques traces d'une matière blanche dont il sera question plus loin. Si on laisse l'air arriver dans le creuset, son oxygène décompose le fluorure avec lequel il se trouve en contact, et la décomposition, très lente dans un vase fermé, est très rapide au contraire si la calcination s'effectue à l'air libre. A un instant quelconque de l'opération, le creuset renferme du protoxyde d'uranium, sous la forme de cristaux noirs brillants, et du fluorure non décomposé; celui-ci, qui a perdu complètement son excès d'acide fluorhydrique, se dissout facilement dans l'eau et donne des cristaux présentant la formule U^2Fl^3 du sesquifluorure.

» La substance verte restée sur le filtre est très difficile à laver, car elle obstrue complètement les pores du papier; elle est insoluble dans l'eau, très peu soluble, même à chaud, dans les acides étendus autres que l'acide sulfurique ou l'eau régale; l'analyse conduit à la formule $(U^2O^2)Fl$. On doit la regarder comme un fluorure d'uranyle analogue au chlorure $(U^2O^2)Cl$, et non pas comme un oxyfluorure dérivé du sesquifluorure U^2Fl^3; elle se distingue en effet du sesquifluorure et de ses dérivés en ce qu'elle est verte, insoluble dans l'eau, difficilement soluble dans l'acide chlorhydrique bouillant, en donnant une liqueur verte dans laquelle l'ammoniaque forme un précipité brun verdâtre de protoxyde hydraté; les autres, au contraire, sont jaunes, solubles dans l'eau et forment des liqueurs jaunes dans lesquelles l'ammoniaque donne un précipité jaune d'uranate alcalin.

» Ces données permettent de se rendre compte de l'action de l'acide fluorhydrique sur l'oxyde vert d'uranium; si l'on regarde cet oxyde comme capable de se dédoubler, dans des circonstances favorables, suivant la relation $2(U^3O^4) = 2(U^2O^3) + U^2O^2$; le sesquioxyde, au contact de l'acide fluorhydrique en excès, donne du fluorhydrate de fluorure; le protoxyde se comporte comme un corps simple en se combinant au fluor et mettant de l'hydrogène en liberté, hydrogène qui constitue le faible

degagement gazeux observé. On a donc, pour exprimer la réaction,

$$2U^3O^4 + 9HFl = 2(U^2Fl^3, HFl) + (U^2O^2)Fl + 6HO + H,$$

formule que l'on vérifie en traitant un poids connu d'oxyde vert par l'acide fluorhydrique et pesant les composés résultant de la réaction.

» Le fluorure d'uranyle $(U^2O^2)Fl$ peut s'obtenir encore en faisant agir l'acide fluorhydrique concentré à chaud sur le protoxyde d'uranium; mais l'attaque est lente, et l'on obtient plus facilement le fluorure $(U^2O^2)Fl$ en opérant avec l'oxyde vert.

» Cette matière, chauffée dans un creuset fermé, fond au rouge; puis elle émet des vapeurs très denses, surtout si on la porte au rouge vif. Ces vapeurs se condensent sur les parois moins chaudes du creuset en une neige très légère, formée de belles aiguilles blanc jaunâtre et transparentes. La production de vapeurs cesse bientôt, et il ne reste plus au fond du creuset que des cristaux noirs et brillants de protoxyde d'uranium.

» Les aiguilles volatilisées sont excessivement solubles dans l'eau, qu'elles colorent en jaune; leur analyse conduit à la formule U^2OFl^2.

» Ainsi le fluorure d'uranyle, soumis à l'action de la chaleur, se décompose en oxyfluorure U^2OFl^2 volatil qui se sublime et en sesquioxyde d'uranium; mais ce dernier, très instable, perd une partie de son oxygène et se transforme en protoxyde qui cristallise au sein de l'atmosphère fluorée. On a donc

$$2(U^2O^2Fl) = U^2OFl^2 + U^2O^2 + O,$$

et l'on vérifie cette formule comme la précédente, en pesant séparément le protoxyde et l'oxyfluorure auxquels peut donner naissance un certain poids de fluorure d'uranyle soumis à la décomposition.

» Le sesquioxyde d'uranium, chauffé, donne habituellement de l'oxyde vert; mais ici l'action des vapeurs fluorées change le mode de décomposition et permet la formation du protoxyde cristallisé. Ainsi, il suffit d'ajouter à de l'oxyde vert U^3O^4 quelques gouttes d'acide fluorhydrique, puis de le calciner, pour que cet oxyde perde le quart de son oxygène et se transforme en protoxyde cristallisé. C'est là même certainement le moyen le plus simple d'obtenir ce protoxyde; il est bien plus expéditif que celui qui consiste à réduire au rouge l'oxyde vert par un courant d'hydrogène.

» L'oxyfluorure U^2OFl^2 est, comme on l'a dit, très soluble dans l'eau; il fond au rouge et se volatilise presque immédiatement, en donnant d'épaisses fumées qui se condensent sur les parties relativement froides du

creuset; l'oxygène de l'air décompose immédiatement la vapeur d'oxyfluorure et transforme la neige blanche soluble en une suie noire de protoxyde qui ne se dissout plus. Il arrive même que des aiguilles d'oxyfluorure, brusquement chauffées à l'air, deviennent noires et conservent leur forme, quoique entièrement transformées en protoxyde cristallisé.

» Le fluorure d'uranyle $(U^2O^2)Fl$, chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène, perd peu à peu son fluor et dégage de l'acide fluorhydrique, qui attaque le tube de verre dans lequel se fait l'opération; il reste finalement du protoxyde cristallisé. Tant que la réaction est incomplète et que la matière retient du fluor, il suffit de la chauffer fortement en vase clos pour obtenir un sublimé d'oxyfluorure U^2OFl^2 cristallisé.

» Je n'ai pas pu obtenir d'oxyfluorure U^2O^2Fl, isomère du fluorure d'uranyle, mais qui, se rattachant au sesquifluorure, compléterait la série des dérivés fluorés du sesquioxyde d'uranium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique et sur quelques sels caractéristiques du scandium.* Note de M. **L.-F. Nilson**, présentée par M. Berthelot.

« Après avoir réussi à obtenir une quantité suffisante de scandine pure, j'ai pu déterminer le poids atomique et étudier quelques sels caractéristiques du métal. La terre a été extraite principalement de l'euxénite; de plus, M. Clève a bien voulu mettre à ma disposition quelques résidus de gadolinite et de keilhauite, contenant aussi un peu de scandine.

» Les propriétés principales de la scandine par lesquelles il est possible de la séparer de l'ytterbine, avec laquelle elle se trouve toujours mêlée finalement, sont les suivantes : 1° l'azotate de scandium se décompose plus facilement par la chaleur que celui de l'ytterbine, comme je l'ai montré précédemment (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 645); 2° le sulfate de scandium produit dans une solution saturée de sulfate de potasse un sel double entièrement insoluble, comme le constate l'expérience suivante. Le sulfate neutre des oxydes mixtes $RO = 58,26$ fut traité par la solution dont nous venons de parler, et, quelques jours après, le sel double précipité fut séparé de la solution; $1^{gr},0864$ de la terre qui y était encore dissoute et parfaitement purifiée donnèrent $1^{gr},7486$ de sulfate anhydre. Le poids atomique du métal calculé est égal à 172,88; c'est exactement celui de l'ytterbium. La terre en solution était donc de l'ytterbine pure. La terre précipitée comme sulfate double fut aussi purifiée, et son azotate soumis aux décom-

positions partielles. Par quatre séries de ces opérations j'ai retiré les quantités suivantes, restant dans les eaux mères :

I. 0^gr,2271 de la terre, donnant	0^gr,4540 de sulfate anhydre...		RO = 80,07
II. 0,2200	»	0,5758	» ...	RO = 49,47
III. 0,1665	»	0,4384	» ...	RO = 49,72
IV. 0,1944	»	0,5274	» ...	RO = 46,70

» Quoique le sulfate d'ytterbium soit dans ces circonstances parfaitement soluble, le sel double de scandium contenait un peu d'ytterbine, qui resta en majeure partie dans l'eau mère après la série I de décompositions des azotates. Le sulfate de scandine restant après ces opérations fut traité par H^2S; un précipité faible d'un brun foncé fut obtenu par filtration, additionné d'un peu d'acide nitrique et précipité par l'acide oxalique. L'oxalate calciné donna de la scandine parfaitement pure, ce qui est prouvé par les expériences suivantes, faites pour fixer le poids atomique du métal. Toutes les déterminations, rigoureusement exécutées, ont donné le même nombre, quoique j'aie employé dans l'expérience I la terre telle que je l'ai obtenue immédiatement par la calcination de l'oxalate, dans l'expérience II la petite fraction de la même terre retirée par une décomposition partielle de l'azotate, et dans les expériences III et IV les fractions qui en restèrent dissoutes dans l'eau mère. En outre, M. Thalén, qui a soumis à un examen spectroscopique cette scandine, n'a pu y trouver la moindre matière étrangère.

Expériences.	Terre pesée.	Sulfate obtenu.	Scandine pour 100.	SO^3 pour 100.	Poids atomique pour Sc^2O^3.
I.....	0,3379	0,9343	36,166	63,834	43,99
II.....	0,3015	0,8330	36,194	63,806	44,07
III....	0,2988	0,8257	36,187	63,813	44,05
IV....	0,3192	0,8823	36,178	63,822	44,02
Moyenne.	»	»	36,181	63,819	44,03

» La *scandine* Sc^2O^3 est une poudre très légère, infusible, blanche, ressemblant à la glucine ou à la magnésie. Densité : 3,864. Elle se dissout assez facilement à l'aide de l'ébullition dans les acides nitrique et chlorhydrique concentrés; à froid elle n'est pas attaquée, et elle ne se dissout que très lentement au bain-marie; le sulfate s'obtient par des évaporations réitérées avec l'acide sulfurique. Les solutions des sels neutres ont au premier moment une saveur douce qui devient immédiatement fort astringente. La scandine n'est pas volatile et ne communique à la flamme

aucune coloration, mais le chlorure donne un spectre très brillant par l'étincelle électrique. L'*hydrate*, fort volumineux et gélatineux, ressemble tout à fait aux hydrates des autres terres rares.

» L'*azotate* fournit de petits prismes en solution bien concentrée. Chauffé, ce sel dégage de l'acide nitrique et laisse par refroidissement une masse fondue, transparente et soluble dans l'eau. Si l'on pousse plus loin la décomposition, le sel fondu dégage des vapeurs rutilantes, prend une consistance pâteuse ou se solidifie même; mais l'azotate basique restant est néanmoins soluble dans l'eau bouillante. Il faut donc chauffer encore pour obtenir un résidu insoluble, et la solution, contenant alors l'azotate fort basique, est blanche, opaque, laiteuse, sans jamais devenir claire, ce qui est très caractéristique pour la scandine.

» Le *sulfate de scandium* s'obtient de la même manière que le sel de l'ytterbium; le résidu opaque obtenu, chauffé avec précaution à une température où l'acide sulfurique se volatilise, est le *sel anhydre* $Sc^2O^6, 3SO^2$; à une température plus élevée, il perd de l'acide et laisse au blanc de la scandine pure. Ce sel étant traité par un peu d'eau, il ne se dégage pas de chaleur, et, quoique le sel soit très soluble dans l'eau froide, il ne donne d'abord qu'une solution laiteuse, le sel anhydre se combinant assez lentement avec l'eau, pour se redissoudre de suite; à chaud, on obtient sur-le-champ une solution claire. Le *sel aqueux* $Sc^2O^6, 3SO^2 + 6H^2O$ se sépare d'une solution sirupeuse du sel précédent en petits agrégats globuleux. Inaltérable à l'air, il perd 4^{mol} H^2O à 100° et le reste à une température plus élevée. L'analyse donne 14,26-14,46 et 7,16-7,29 H^2O, au lieu de 17,88 et 7,44.

» *Sulfate double* $3K^2O^2SO^2 + Sc^2O^6, 3SO^2$. — Les conditions dans lesquelles on obtient ce sel sont décrites plus haut. Il forme de très petits prismes, ordinairement groupés en agrégats verruqueux, d'un aspect très caractéristique, et se dissout très difficilement dans l'eau, même bouillante, mais nullement dans une solution saturée de sulfate de potasse. L'analyse a donné 30,91-31,03 K^2O, 15,28-15,41 Sc^2O^3, 53,20-53,54 SO^3, au lieu de 31,40, 15,14, 53,46.

» *Sélénites*. — Le *sel neutre* s'obtient à l'état d'un précipité amorphe et insoluble, en ajoutant une quantité équivalente du sélénite de sodium au sulfate, car le résidu laissé sur le filtre ne contient ni scandine ni acide sélénieux. Ce sel, digéré avec 9^{mol} d'acide sélénieux et évaporé à siccité à 60°, laisse un résidu cristallin, insoluble et inaltérable à l'air : c'est du *sélénite acide* $Sc^2O^6, 3SeO + 3H^2O^2SeO$. L'analyse a donné 16,46-16,55 Sc^2O^3, 77,20-77,35 SeO^2, au lieu de 15,89 et 77,80.

» *Oxalate* $Sc^2O^6, 3C^2O^2 + 6H^2O$. — Une solution du sulfate de scandium, traité avec l'acide oxalique, se comporte parfaitement comme celle de l'ytterbium. L'oxalate, assez soluble dans les acides étendus, même dans l'eau, est inaltérable à l'air, mais perd deux tiers de son eau à 100°. L'analyse a donné 29,49 Sc^2O^3 et 16,43 H^2O, au lieu de 29,57 et 15,65.

» La composition Sc^2O^3 de la terre est constatée par les faits suivants : 1° la scandine se trouve avec d'autres terres rares R^2O^3 dans les minéraux; 2° les solutions de scandium et d'ytterbium se comportent de la même manière avec l'acide oxalique; 3° entre les azotates de scandine et d'ytterbine il y a beaucoup d'analogie à une température élevée; 4° la composition du sel double $3K^2O^2SO^2 + Sc^2O^6, 3SO^2$ constate que la scandine appartient au groupe des métaux de la gadolinite et de la cérite, tous ces métaux donnant des sels de la même composition typique; 5° l'insolubilité du même sel dans une solution saturée de sulfate de potasse signale le scandium en particulier comme membre du groupe de la cérite; 6° par la composition des sélénites, la terre présente beaucoup d'analogie d'un côté avec Y^2O^3, Er^2O^3, Yb^2O^3, qui dans les mêmes circonstances ont donné des sélénites neutres, d'un autre côté avec Al^2O^3, In^2O^3, Ce^2O^3, La^2O^3, qui ont fourni dans les mêmes conditions des sels acides absolument analogues, comme je l'ai montré autrefois; j'ai obtenu aussi avec Gl^2O^3 un sélénite de la même composition; 7° le poids atomique du scandium est égal à 44; c'est celui que M. Mendéleeff a attribué à l'élément prédit *ékabore;* les découvertes du scandium et du gallium confirment les spéculations de ce savant, qui a su prédire l'existence de ces éléments et en déterminer d'avance les propriétés principales; 8° la chaleur et le volume moléculaires de la terre et du sulfate font de la scandine comme un membre intermédiaire entre la glucine et l'yttria. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action ultime du brome sur l'acide malonique; bromoforme.* Note de M. E. **Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

« Les premiers termes de la série des acides bibasiques à $8^{éq}$ d'oxygène donnent, sous l'influence du brome, des produits ultimes dont la nature est en rapport avec la complication moléculaire, c'est-à-dire avec les quantités de carbone et d'hydrogène que ces acides renferment dans leur mo-

lécule. Dans un beau Mémoire, publié en 1847, M. Cahours a vu que les oxalates alcalins, traités par le brome, se scindent en acide carbonique et en bromure alcalin.

» J'ai constaté que, lorsque l'on fait réagir le brome sur une solution concentrée d'acide oxalique, il se manifeste une vive effervescence, avec dégagement d'acide carbonique et formation d'acide bromhydrique :

$$C^4H^2O^8 + Br^2 = 2HBr + 2C^2O^4.$$

» D'autre part, indépendamment de la substitution directe du brome à l'hydrogène dans l'acide succinique, ce qui donne naissance aux acides mono, bi et tribromosucciniques, j'ai démontré que le brome détermine finalement la formation d'un nouveau corps cristallisé, l'hydrure d'éthylène tétrabromé ou éthane tétrabromé, isomérique avec le perbromure d'acétylène et le bromure d'éthylène bibromé :

$$C^8H^6O^8 + 4Br^2 = 4HBr + 2C^2O^4 + C^4H^2Br^4.$$

» L'acide malonique, qui vient se placer par sa composition entre les acides oxalique et succinique, donne lieu à une réaction analogue sous l'influence du brome.

» Pensant tout d'abord que le brome formerait du perbromure de carbone, d'après l'équation suivante,

$$C^6H^4O^8 + 4Br^2 = 2C^2O^4 + C^2Br^4,$$

j'ai chauffé en tubes scellés le mélange suivant :

Acide malonique	5^{gr}
Brome	10^{cc}
Eau	12^{cc}

» L'attaque paraît facile au début, car elle commence déjà à la température ordinaire, et le liquide s'échauffe spontanément; vers 50° à 60°, il se dégage de l'acide carbonique. En portant la température à 120°, même après dix-huit heures, la réaction est loin d'être complète. Le liquide ayant ensuite été maintenu pendant le même laps de temps à 145°, il s'est formé dans chaque tube deux couches distinctes :

» 1° Une couche supérieure, aqueuse, contenant un excès de brome qui n'entre pas en réaction; 2° une couche inférieure, dense, douée d'une odeur éthérée.

» A l'ouverture des tubes, il se dégage de l'acide carbonique en abondance et de l'acide bromhydrique. Le même résultat est obtenu plus rapidement en chauffant à 170°, pendant six heures seulement, le mélange suivant :

Acide malonique	$5^{gr},2$
Brome	8^{cc}
Eau	12^{cc}

» L'eau mère, après une légère concentration, abandonne une notable quantité d'un acide bromé, bien cristallisé, qui répond à la formule de l'acide tribromacétique. D'ailleurs, cet acide fond à 135°, comme celui qui a été obtenu par M. Gal, en traitant par l'eau le bromure d'acétyle tribromé.

» Le liquide dense qui s'est déposé au fond des tubes, après lavage avec une dissolution étendue de potasse caustique, est incolore, d'une odeur éthérée agréable, rappelant celle du chloroforme; sa saveur est chaude et sucrée. Il se solidifie à quelques degrés au-dessous de zéro et passe entièrement à la distillation à 150-152°. Il possède, en un mot, les propriétés et la composition du bromoforme.

» 0,497 ont donné 1,110 de bromure d'argent; soit 94,9 de brome. Sa formule, C^2HBr^3, exige 94,86.

» La facilité avec laquelle l'acide carbonique prend naissance aux dépens de l'acide malonique pouvait faire croire que ce dernier est d'abord attaqué par le brome et transformé en acide acétique; que celui-ci donne ensuite de l'acide tribromé qui se dédouble à son tour en acide carbonique et en bromoforme. Cette filiation ne s'est point vérifiée.

» A la vérité, lorsque l'on chauffe au bain d'eau seulement de l'acide malonique, du brome et de l'eau, il se forme une petite quantité d'acide acétique que l'on peut isoler par distillation, ce qui rend compte de la présence ultérieure de l'acide tribromacétique. Mais lorsque l'on substitue l'acide acétique à l'acide malonique et que l'on chauffe le mélange suivant :

Acide acétique	4^{gr}
Brome	$10^{cc},7$
Eau	12^{cc}

le tout reste limpide et homogène, même après six heures de chauffe à la température de 160°.

» Il faut donc conclure de ces faits que l'acide malonique, en majeure partie du moins, est attaqué par le brome avec formation d'acides bromés, peu stables dans les conditions de l'expérience, de telle sorte que la réaction finale est exprimée par l'équation suivante :

$$C^6H^4O^8 + 3Br^2 = 2C^2O^4 + 3HBr + C^2HBr^3;$$

réaction comparable à celle qui fournit l'éthane tétrabromé au moyen de l'acide succinique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthérification de l'acide sulfurique.* Note de M. A. VILLIERS, présentée par M. Berthelot.

« 1. L'acide sulfurique, en qualité d'acide bibasique, peut, en présence de l'alcool, donner naissance à un éther acide et à un éther neutre; mais la proportion de ce dernier est extrêmement faible, ainsi que je l'ai indiqué précédemment [1], et l'on peut très approximativement représenter la proportion d'acide transformé en acide éthylsulfurique, en prenant le double de l'acide réellement neutralisé.

» 2. Les résultats fondamentaux relatifs à l'éthérification de l'acide sulfurique ont été établis par M. Berthelot [2], qui a constaté que, l'acide sulfurique et l'alcool étant mis en présence, leur combinaison se produit avec une vitesse variable avec les conditions dans lesquelles on opère le mélange, et que la proportion d'acide neutralisé tend vers une limite qu'elle ne peut dépasser, limite inférieure à celle qui est atteinte dans l'éthérification des acides organiques.

» M. Berthelot a constaté aussi que cette limite s'abaisse sous l'influence d'une température de 100° suffisamment prolongée, et il a expliqué cette rétrogradation par la production de l'éther ordinaire.

» 3. Cette rétrogradation est un phénomène général et s'observe avec tous les mélanges, quelles que soient leurs proportions, si l'on maintient suffisamment la température de 100°, et il se produit un équilibre nouveau, distinct de celui qui correspond à la température ordinaire et dans lequel l'éther ordinaire entre en jeu.

---

[1] *Comptes rendus*, t. XC, p. 1291.
[2] *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, p. 295.

» L'exemple suivant montre la marche de cette rétrogradation à 100° :

	Proportion éthérifiée sur 100 parties $S^2H^2O^8$ +		
	$C^4H^6O^2$.	$2C^4H^6O^2$.	$4C^4H^6O^2$.
Au début	59,0	74,6	83,2
Après 15 minutes	58,0	72,2	»
» 2 ½ heures	49,3	64,3	76,0
» 26 heures	45,5	46,5	53,9
» 69 heures	45,5	45,3	34,7
» 154 heures	»	44,1	32,1

» On voit que la rétrogradation est déjà commencée après un quart d'heure. Au bout d'un temps suffisant, la proportion éthérifiée s'est abaissée de près de $\frac{1}{4}$ pour la première liqueur, des $\frac{2}{5}$ environ pour la seconde, et de près des $\frac{2}{3}$ pour la troisième. Elle diminue aussi pour les liqueurs moins riches en acide, mais plus lentement, et la limite n'a pu être atteinte après cent cinquante-quatre heures à 100°. Cependant, la limite de cette rétrogradation paraît moins reculée pour les mélanges contenant beaucoup d'alcool, et elle paraît passer par un maximum correspondant à une certaine composition de la liqueur initiale.

» Cette rétrogradation s'observe aussi à 100° avec les mélanges contenant de l'eau au début ; elle est même plus considérable dans ce cas, comme le montre l'exemple suivant :

	Proportion éthérifiée sur 100 parties $S^2H^2O^8 + C^4H^6O^2$ +		
	½ HO.	HO.	2 HO.
Au début	53,0	48,4	40,0
Après 15 minutes	49,9	»	»
» 2 ½ heures	42,7	39,3	34,1
» 69 heures	38,2	35,7	28,0
» 154 heures	37,0	33,8	27,5

» Je me suis assuré que cette rétrogradation doit être attribuée exclusivement à la formation de l'éther ordinaire, de sorte que la variation du coefficient d'éthérification de l'acide sulfurique peut permettre de juger les proportions d'éther qui se produisent ; les proportions les plus considérables paraissent ainsi correspondre aux mélanges contenant de l'eau et en même temps un excès d'alcool.

» 4. Cette formation d'éther et la rétrogradation qui en résulte n'ont pas lieu seulement aux températures élevées, telles que celle de l'eau bouil-

lante, mais aussi à des températures beaucoup plus basses, ainsi que le montre l'exemple suivant de mélanges abandonnés pendant plusieurs mois à la température de 44°.

	Proportion éthérifiée sur 100 parties. $S^2H^2O^8+$		
	$C^4H^6O^2$.	$C^4H^6O^2+\frac{1}{2}HO$.	$C^4H^6O^2+HO$.
Au début................	59,0	53,0	48,4
Après 69 jours..........	48,7	42,1	39,4
» 142 »	44,5	37,9	36,0
» 221 »	44,5	37,4	33,6

» Ces résultats montrent que la rétrogradation tend encore vers une limite fixe à 44°. Or, de la comparaison des limites qui correspondent aux températures de 44° et de 100° ressort un résultat intéressant : l'identité de ces limites.

» 5. La rétrogradation paraît commencer à se produire aussi, quoique très lentement, dès la température ordinaire.

» 6. Les limites atteintes à 100° et à 44° montrent que deux équilibres différents peuvent s'établir dans les mélanges d'acide sulfurique et d'alcool, suivant que l'éther ordinaire se produit ou non dans ces mélanges. La production de ce dernier corps paraît du reste se produire, quoique avec des vitesses fort différentes, à toutes les températures. Le premier équilibre est très rapidement atteint (en quelques heures pour les mélanges à équivalents égaux d'acide et d'alcool), après quoi le second équilibre s'établit lentement. Il en résulte que le coefficient d'éthérification augmente d'abord rapidement et passe par un maximum, qui, si la température n'a pas été trop élevée, correspond à l'équilibre instable qui peut s'établir en l'absence de l'éther; après quoi il diminue et devient égal à celui qui s'établit en présence de l'éther, ce dernier équilibre étant indépendant de la température.

» On conçoit d'ailleurs que la valeur du coefficient correspondant au maximum puisse être plus ou moins élevée. Si l'éthérification de l'acide sulfurique et sa transformation en acide sulfovinique et en éther sulfurique neutre commence à une haute température, l'éther ordinaire pourra se former dès le début, quoique avec une vitesse beaucoup moins grande que celle qui correspond à l'éthérification de l'acide sulfurique, et le maximum pourra être inférieur à celui que l'on observe à la température ordinaire.

» 7. De même que pour les hydracides, l'éthérification cesse complète-

ment à partir d'une certaine dilution; mais, contrairement à ce qui a lieu pour ces derniers, ce sont les mêmes solutions qui cessent de s'éthérifier à la température ordinaire et à 100°. »

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte du* Pleurodeles Waltlii. Note de M. L. VAILLANT, présentée par M. Blanchard.

« On a pu obtenir dans ces derniers temps, à la Ménagerie du Muséum, la reproduction d'un Batracien urodèle bien connu, le *Pleurodeles Waltlii* Michaelles, qui n'avait pas jusqu'ici été étudié sous ce rapport, quoique appartenant à la faune européenne.

» Au mois de mai 1879, je remarquai, avec M. Desguez, un changement dans la forme de la queue chez les mâles de ces animaux; les crêtes membraneuses, supérieure et inférieure, étaient visiblement plus développées. Peu de temps après, nous fûmes témoins des actes préparatoires de l'accouplement. Ils sont des plus singuliers et, tout en rappelant ce qu'on connaît pour différents Batraciens du même groupe, offrent des particularites importantes à signaler.

» Le mâle vient se placer sous la femelle, de telle sorte que la partie supérieure de sa tête réponde à la région gulaire de celle-ci. Il embrasse alors les membres antérieurs de sa compagne en élevant les siens propres; sa patte passe successivement en arrière, en dehors, puis en avant du bras de l'autre individu, enfin les doigts viennent s'appliquer dans l'aisselle et compléter le circuit. Le couple se trouve ainsi solidement uni, et même, la couleur sombre, identique dans les deux sexes, aidant à la confusion, il faut y regarder de près pour reconnaître la position réelle des parties et bien distinguer ce qui appartient à chacun des deux animaux. Le mâle nage çà et là entraînant la femelle, laquelle paraît inerte et ne fait aucun mouvement; de temps à autre il se laisse couler à fond sur le sol, détache une de ses pattes, celle de droite dans les observations assez nombreuses que nous avons pu faire, et pivote autour du membre gauche, qu'il continue de tenir serré avec le sien; dans cette manœuvre, il s'étend d'abord en face de la femelle, les extrémités des deux museaux à peu près l'une contre l'autre, puis il continue son évolution pour se placer parallèlement à son côté gauche. Sa queue, à ce moment, exécute de rapides ondulations, une sorte de frémissement qui rappelle les mouvements analogues décrits par Rusconi chez le Triton crêté; par intervalles il cherche à se

renverser sous la femelle pour rapprocher son orifice cloacal du sien; suivant toute probabilité, c'est ainsi qu'a lieu l'accouplement effectif, mais nous n'avons pu jusqu'ici en avoir la certitude. Au bout d'un temps variable, le mâle reprend sous la femelle sa première situation et se met à nager de nouveau; ce n'est qu'après avoir répété plusieurs fois ce manège que les animaux se séparent définitivement.

» A l'époque où pour la première fois ces faits furent observés, ils n'avaient été suivis d'aucun résultat, mais cette année, vers le milieu de février, les Pleurodèles s'accouplèrent de nouveau, et le 25 de ce même mois on vit commencer la ponte, qui se continua pendant au moins deux mois et demi; toutefois, elle fut surtout abondante au début, et c'est par centaines que les œufs ont pu être recueillis.

» Ces œufs, assez semblables à ceux des Axolotls, sont fixés aux corps submergés, particulièrement aux pierres, et isolés les uns des autres, c'est-à-dire sans connexions réelles, si, comme cela est fréquent, ils sont rapprochés. La sphère albumineuse, transparente, mesure 7^{mm} à 10^{mm} de diamètre, l'œuf proprement dit n'ayant guère que 2^{mm}. Celui-ci est, au début, noir dans son hémisphère supérieur, sauf un point polaire central dont la teinte est jaunâtre, comme celle de l'hémisphère inférieur; au bout de trois ou quatre jours, il prend en totalité la couleur jaune, et l'on distingue la boucle produite par l'évolution de la ligne primitive.

» Il me paraît inutile d'insister ici sur le développement, qui ne présente rien de spécial. En plaçant les œufs dans les meilleures conditions de chaleur et de lumière, les petits sont sortis de l'œuf du seizième au vingtième jour après la ponte. Les crochets d'adhérence disparaissent au treizième jour à partir de l'éclosion : les jeunes têtards possèdent à cette époque un bras tridactyle; onze jours plus tard, les membres postérieurs ont déjà un certain développement. Enfin des animaux de deux mois et demi environ mesurent $0^{m},07$ à $0^{m},08$, les branchies sont atrophiées et ils ont, sauf la taille, revêtu les caractères de l'adulte.

» On doit noter, car le fait n'est pas général chez les Urodèles, que les *Pleurodeles Waltlii* observés à la Ménagerie du Muséum ont accompli toutes leurs transformations sans sortir de l'eau, et les plus développés s'y tiennent encore habituellement. »

ZOOLOGIE. — *Des glandes salivaires chez les Odonates (Insectes névroptères).* Note de M. N. **Poletaieu**, présentée par M. Blanchard.

« Les glandes salivaires des Odonates, niées par les entomologistes, existent chez toutes les espèces des trois familles de ce sous-ordre d'Insectes. Elles présentent dans leur structure des caractères communs aux glandes acineuses et sont constituées par les lobules ou grains glanduleux (*acini*), dont les canaux excréteurs s'unissent peu à peu en deux conduits principaux, un seul pour chaque glande. Ces lobules, allongés et d'une forme ovale, sont plus nombreux chez les Æschnidées et les Libellulidées que chez les Agrionidées. L'*Æschna grandis* L., par exemple, en a plus de cent cinquante, tandis que chez la *Lestes sponsa* Hansem. on n'en compte que soixante. En outre, dans les deux familles mentionnées en premier lieu, ces lobules sont plus serrés et plus entrelacés par les trachées.

» Les glandes salivaires sont situées dans le prothorax, près ou au-dessus du premier ganglion thoracique. En général, elles se trouvent en avant de celui-ci et en même temps en avant de l'abaisseur antérieur d'aile. Dans quelques Libellulidées, les plus petites, elles sont plus refoulées; elles atteignent même l'élévateur de l'aile antérieure (*Libellula scotica* Donov., par exemple). La grappe entière affecte une forme ovalaire.

» Chacun des deux canaux principaux, après avoir gagné l'intérieur de la tête, s'élargit en un sac ou une ampoule de forme ovale ou sphérique, se prolonge ensuite en un tube très court et s'abouche avec son congénère pour constituer un conduit unique, qui s'ouvre directement dans la bouche, au-dessous de la languette (*ligula*). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'action des températures élevées et humides et de quelques substances chimiques (benzoate de soude, acide benzoïque acide sulfureux) sur la germination.* Note de M. E. **Heckel**, présentée par M. Duchartre.

« Le 20 juin 1876, un pharmacien de Nancy avait préparé, pour les besoins de son officine, du *soufre lavé*. Cette substance, ainsi privée d'acide sulfurique et d'acide sulfureux, après avoir été étendue encore humide sur une caisse en bois très peu profonde, fut placée dans une étuve main-

tenue, pendant le jour seulement, entre 40° et 60° C. Au-dessus du casier à soufre se trouvaient, dans la même étuve, des semences de *Brassica nigra* (Moutarde noire), qui, pendant qu'un manœuvre les agitait, tombèrent sur le soufre humide. Dans ce milieu, grâce à la chute de température pendant la nuit (le thermomètre descendait à 20° environ), elles germèrent très rapidement, et le 21, à 10h du matin, c'est-à-dire vingt-deux heures environ après leur chute sur le soufre, elles avaient fourni des pousses de 0m,015 de long. A midi, le 22, les germes mesuraient 0m,025, mais ils étaient flétris, le soufre ayant perdu toute son humidité. J'attribuai d'abord au soufre, sur la foi des auteurs (Detmer, dans *Vergleichende Physiologie des Keimungsprocess der Samen*, 1880, p. 513, réédite cette erreur), l'accélération de la germination; mais des expériences, dont j'ai publié le détail (1), me prouvèrent que les fleurs de soufre n'agissent sur la germination comme accélératrices ou retardatrices que d'après la dose d'acide sulfurique qu'elles renferment. Je repris dès lors l'étude du phénomène, en recherchant l'action des températures élevées humides, non continues. Dans la longue série d'expériences que je dus faire pour reproduire le fait initial, je fus conduit à employer comme substratum très humide et très spongieux, capable de remplacer avantageusement le soufre en accentuant ses qualités, une éponge bien lavée et exempte de sels marins. Bien imbibée d'eau distillée, cette éponge était placée sur le fond d'une assiette constamment recouvert d'une couche de même eau, et le tout était enfermé dans une étuve de Wisnegg, maintenue à 46° au moyen d'un régulateur Schlœsing. Des graines de *Brassica nigra* avaient été semées au préalable sur l'éponge et sur le fond de l'assiette. En moins de douze heures, sous l'influence de cette température humide, des radicules s'étaient formées dans un grand nombre de graines semées sur l'éponge; par contre, rien de semblable ne s'était formé dans les graines immergées dans l'eau à 48°, et, maintenues dans ces conditions, elles ne germèrent jamais. Les graines, ayant émis leur radicule, s'arrêtaient là si la température était conservée à 48°; mais, en la faisant descendre à 20° ou mieux à 17°,5 (degré favorable), j'obtenais un développement rapide des germes, comme dans l'étuve de Nancy. Ni le *Sinapis alba* ni le *Lepidium sativum* n'ont permis la reproduction du phénomène, bien que l'une et l'autre de ces graines aient à peu près le même degré favorable que la Moutarde noire. Il est bon de

---

(1) *Bulletin de la Société botanique et horticole de Provence*. Marseille, novembre 1879, p. 93 et suiv.

dire que, dans les conditions normales, les graines, qu'elles soient immergées dans une faible quantité d'eau ou semées sur des éponges humides, germent dans le même temps, ce qui nous conduit à admettre que le fait singulier propre au *Brassica nigra* ne reconnaît pas pour cause une plus prompte imbibition des membranes, comme c'est le cas, par exemple, quand on fait agir de l'eau légèrement acidulée sur les graines amylacées.

» Le benzoate de soude ayant été préconisé comme arrêtant le développement des ferments, j'ai cru devoir rechercher son action sur la germination. Employé à la dose de $0^{gr},13$ pour 100^{gr} d'eau distillée, j'ai constaté que, pendant toute la durée du contact de la solution avec diverses graines (*Brassica napus, B. nigra, Phaseolus vulgaris, Fagopyrum esculentum*), le processus a été suspendu. Après huit jours d'expérience, j'ai remplacé la solution saline par l'eau distillée, et le phénomène a pris sa marche ordinaire. L'acide benzoïque paraît agir d'une façon plus active, car, à la même dose en solution dans l'eau, la germination n'a jamais repris son cours après suspension de son action.

» Pour arriver à connaître l'action de l'acide sulfureux, indépendamment de l'acide sulfurique, qui se forme toujours dans les solutions aqueuses de ce premier corps, j'ai semé mes graines, non plus dans l'appareil de Nobbe, comme dans les expériences ci-dessus, mais sur du carbonate de chaux pur. L'acide sulfurique contenu dans la solution se portait sur le calcaire et laissait ainsi l'acide sulfureux agir isolément sur les graines. Les plus petites quantités de cette solution saturée ont suffi pour suspendre, mais non définitivement, la germination dans toutes les graines sur lesquelles j'ai expérimenté (Crucifères, Polygonées, Tropæolées, Géraniacées). Seules les semences de *Sinapis alba* furent suffisamment altérées pour ne pouvoir plus germer après l'évaporation de ce corps gazeux : l'altération se traduit au dehors par un changement de couleur; elles deviennent verdâtres. Celles de *Brassica nigra*, mais en petit nombre, ont germé quand, après huit jours de contact avec l'acide, on les a arrosées avec de l'eau ordinaire. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action de la strychnine à très forte dose sur les Mammifères.* Note de M. CH. RICHET, présentée par M. Vulpian.

« On sait que la strychnine est un poison qui, à la dose de $0^{gr},002$ à $0^{gr},003$, tue rapidement un chien de moyenne taille. M. Rosenthal

a montré qu'en pratiquant la respiration artificielle on diminue les convulsions strychniques, et qu'on atténue les effets du poison, de telle sorte qu'il faut une dose double pour produire la mort. MM. Leube, Pauschinger, Buchheim ont fait sur le même sujet des expériences assez contradictoires, mais qui, en général, confirment les expériences de M. Rosenthal.

» Or, j'ai constaté qu'avec la respiration artificielle on pouvait, sans produire la mort immédiate de l'animal, lui faire absorber une dose cent fois plus forte de strychnine (soit, par exemple, $0^{gr},5$ de chlorhydrate de strychnine à un chien de 10^{kgr}). On peut alors observer des phénomènes tout à fait différents de ceux que produit la strychnine à faible dose. C'est, en quelque sorte, un nouveau poison dont les effets sont intéressants à étudier.

» Si, après avoir adapté une canule à la trachée, on injecte sous la peau (d'un chien ou d'un lapin) ou dans la veine saphène (¹) $0^{gr},01$ de chlorhydrate de strychnine, presque aussitôt l'animal est pris d'une violente attaque convulsive. Cette attaque serait mortelle sans la respiration artificielle; mais, si on pratique l'insufflation pulmonaire, l'attaque cesse au bout de quelques secondes, et le cœur, après une période de battements convulsifs et précipités, reprend un rythme plus régulier.

» On peut alors injecter successivement des doses de plus en plus fortes de strychnine sans déterminer la mort de l'animal. Les phénomènes d'intoxication sont différents suivant la dose injectée. Il y a d'abord une période *tétanique* (c'est celle qui a été observée par la plupart des auteurs); plus tard, une période *convulsive*, caractérisée par des contractions spasmodiques, incessantes, de tous les muscles. Un peu plus tard encore, quand la quantité de strychnine absorbée dépasse $0^{gr},01$ par kilogramme de l'animal, apparaît une période qu'on pourrait appeler *choréique*. Elle est caractérisée par des secousses violentes, rythmiques, très brusques et très courtes, et se répétant à des intervalles de trois à quatre secondes environ. Dans ces intervalles, l'animal est en résolution presque complète. A une dose dépassant $0^{gr},04$ par kilogramme de l'animal, les mouvements choréiformes ne peuvent se produire; c'est une dernière période, qu'on pourrait appeler

(¹) L'attaque strychnique survient très rapidement. Dans un cas, après l'injection de $0^{gr},02$, l'attaque s'est produite quatorze secondes après l'injection. On peut ainsi apprécier le temps nécessaire pour qu'une molécule de sang passe de la veine saphène dans le cœur droit, dans le poumon, dans le cœur gauche et dans la moelle.

période de résolution. Il n'y a plus aucun réflexe. Les mouvements respiratoires spontanés ont cessé. Le cœur, tumultueux et irrégulier dans les grandes convulsions tétaniques du début, se contracte alors avec fréquence, mais régularité. La pupille, très dilatée au début, devient très resserrée.

» La pression artérielle, qui s'était élevée énormément au début de l'intoxication, diminue graduellement (dans un cas, de $0^m,34$ de Hg à $0^m,05$). La température rectale subit des variations analogues. Elle s'élève pendant les convulsions à 41° et même 42°, pour tomber à 36° environ, pendant la période de résolution.

» Des chiens et des lapins ayant reçu des quantités énormes de strychnine (soit 0,05 par kilogramme de l'animal) peuvent ainsi vivre pendant plusieurs heures, quatre heures et même plus. L'interruption accidentelle de la respiration artificielle a été le plus souvent, dans mes expériences, la cause de la mort. Il est en effet à remarquer que, dans la période de résolution strychnique, il suffit d'interrompre la respiration artificielle pendant quelques instants, une demi-minute par exemple, pour que les mouvements du cœur s'arrêtent aussitôt. De même une hémorrhagie, si faible soit-elle, amène immédiatement la mort.

» D'ailleurs, pour que l'expérience réussisse, il faut injecter la strychnine avec une certaine lenteur (par exemple, $0^{gr},5$ en une heure). Il faut surtout que la respiration artificielle soit très puissante, et la ventilation pulmonaire très énergique. Aussi réussit-on mieux avec des lapins et des chiens de petite taille qu'avec les chiens pesant 12^{kg} et plus.

» Si, au lieu d'injecter des doses massives, on injecte des doses plus faibles de strychnine, soit, par exemple, $0^{gr},001$ par kilogramme de l'animal, la mort survient très vite, par syncope. Le cœur s'arrête tout d'un coup. Cette syncope n'est pas mortelle d'abord; mais, après trois ou quatre syncopes, il en survient une autre, définitive, et l'animal meurt. Lorsque la dose injectée est de 0,05 (par kilogramme), on ne voit pas survenir de pareilles syncopes. Il y a là un véritable paradoxe physiologique dont on ne trouverait pas ailleurs beaucoup d'exemples.

» Quand la quantité de strychnine absorbée a été très forte, on peut constater que le pneumogastrique agit à peine sur le cœur. Mais, pour que cet effet soit obtenu, il faut que la dose dépasse 0,05 (par kilogramme). Les muscles conservent leur excitabilité normale; quant aux nerfs moteurs, quoique leur action sur les muscles soit très diminuée, je n'ai jamais pu constater son abolition complète.

» Il semble donc que l'absence complète de mouvements spontanés ou réflexes soit due plutôt à l'abolition des fonctions de la moelle qu'à la perte de fonctions des nerfs moteurs et des plaques motrices terminales. L'animal est dans un état analogue à celui d'un animal chloralisé ou alcoolisé. Ainsi la strychnine à très forte dose agit un peu comme le curare et un peu comme le chloral.

» On ne peut malheureusement espérer avoir dans la respiration artificielle un moyen héroïque de combattre les empoisonnements par la strychnine. En effet, à mesure que la dose diminue, par élimination du poison, les phénomènes cardiaques (affaiblissement du cœur et syncope) s'accentuent, et la mort survient par arrêt du cœur. Toutefois, comme la prolongation de la vie, ne fût-ce que pour quelques heures, est une indication formelle, je pense qu'en présence d'un empoisonnement grave par la strychnine il sera absolument nécessaire de recourir à la respiration artificielle, et de la faire énergiquement par la trachée ouverte.

» Avec la strychnine monochlorée ([1]) ces phénomènes sont plus nets. L'étude physiologique de cette substance permet de mieux connaître le mode d'action de la strychnine : j'y reviendrai prochainement ([2]). »

HISTOLOGIE. — *Altérations des tubes nerveux des racines nerveuses antérieures et postérieures et des nerfs cutanés, dans un cas d'ichthyose congénitale généralisée.* Note de M. **H. Leloir**, présentée par M. Vulpian ([3]).

« Dans une Note précédente, que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences (29 décembre 1879), nous avons décrit des lésions des nerfs cutanés dans un cas d'ichthyose congénitale.

» Nous avons pu constater des lésions analogues chez un malade atteint de la même affection, mort le 22 juillet 1880, dans le service de M. Raynaud, à la Charité. (Les lambeaux cutanés furent recueillis aussitôt après la mort, et les filets nerveux furent examinés après avoir été plongés dans l'acide osmique au deux-centième et colorés ensuite au moyen du picrocarmin.) Un assez grand nombre des tubes nerveux de ces nerfs cutanés présen-

---

([1]) M. G. Bouchardat et moi, dans le laboratoire de M. Berthelot, nous avons pu préparer cette substance et en étudier les propriétés.

([2]) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

([3]) Travail du Laboratoire de Pathologie expérimentale de la Faculté.

taient des lésions semblables à celles que nous avons décrites dans la Note précédente.

» Mais, outre ces altérations des nerfs cutanés, nous avons pu constater avec la plus grande netteté des altérations évidentes dans un certain nombre des tubes nerveux des racines antérieures ou postérieures. (Les tubes dégénérés étaient plus abondants dans les racines postérieures.) Les racines furent examinées après avoir été traitées d'après les procédés ordinaires. Nous pûmes ainsi voir qu'un assez grand nombre de tubes nerveux avaient subi une dégénérescence complète et présentaient les lésions de la névrite dégénérative atrophique : gaînes vides présentant un aspect moniliforme (la gaîne de Schwann seule persistant et offrant de distance en distance des noyaux), disparition complète de la myéline et du cylindre-axe; en somme, lésions ultimes de la dégénérescence des nerfs. Quelques très rares tubes nerveux présentaient des lésions plus récentes : fragmentation de la myéline en gouttelettes et même résorption totale de cette substance en certains points, disparition du cylindre-axe, apparition d'une matière colorée en jaune par le picrocarmin dans l'intérieur de la gaîne, multiplication des noyaux.

» Les ganglions spinaux n'ont malheureusement pas été examinés. La moelle que nous faisons durcir en ce moment sera l'objet d'une Communication ultérieure s'il y a lieu. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'immunité pour le charbon, acquise à la suite d'inoculations préventives.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Les nombreuses expériences que j'ai faites dans ces dernières années sur la maladie charbonneuse m'ont démontré que la bactéridie, lorsqu'elle est introduite dans l'économie des animaux aptes à contracter le charbon, ne s'y trouve pas dans des conditions absolument normales, quoique son développement se fasse toujours, dans les races françaises du mouton et chez le lapin, d'une façon suffisante pour entraîner la mort. Elle végète néanmoins péniblement, et l'on peut en donner comme preuve qu'elle n'arrive jamais, dans les tissus ou les liquides d'un animal, à parcourir la période complète de son développement : *elle n'y donne jamais de spores, sa multiplication se fait toujours par une division du mycélium.*

» D'un autre côté, certains animaux ne contractent jamais le charbon,

quoique leurs conditions de vie paraissent semblables à celles des espèces qui le prennent avec la plus grande facilité : tel est le porc. Enfin, d'autres animaux deviennent facilement charbonneux dans leur jeunesse et perdent cette faculté dans l'âge adulte ou dans la vieillesse; telles sont les espèces du chien, du cheval, de l'âne, chez lesquels les jeunes sujets succombent toujours à l'inoculation, tandis que plus tard un grand nombre résistent.

» M. Chauveau a même démontré que, dans une race de moutons d'Algérie, le plus grand nombre des sujets est réfractaire à l'infection bactéridienne.

» Ces diverses observations m'ont donné l'idée de chercher à mettre l'organisme dans des conditions telles que la bactéridie n'y trouve plus les conditions de son développement, et j'ai fait de nombreuses expériences dans ce but. Après des essais infructueux, je suis enfin arrivé, avec un moyen d'une grande simplicité, à empêcher la bactéridie de se multiplier chez les jeunes chiens et chez le mouton; en d'autres termes, je puis vacciner actuellement des moutons qui résistent aux inoculations et aux injections intra-vasculaires de quantités considérables de bactéridies; que ces bactéridies soient à l'état de spores et obtenues par culture, ou qu'elles soient à l'état d'articles courts comme on les trouve dans le sang des animaux qui viennent de mourir.

» Voici le récit des expériences terminées jusqu'à présent et qui démontrent pleinement l'assertion que je viens de faire.

» *Chiens.* — Je me suis assuré que les chiens, de la naissance jusqu'à six mois, contractent très facilement le charbon par de simples piqûres et qu'ils meurent en présentant de très grandes quantités de bactéridies dans le sang, en même temps que des lésions locales et ganglionnaires extrêmement graves.

» Huit jeunes chiens de chasse, provenant de trois mères, ont été mis en expérience. Quatre ont été vaccinés par le procédé que j'adopte, et quatre ne l'ont pas été. J'avais choisi mes animaux de telle sorte, que dans l'un et l'autre lot il y eût des frères.

» Les quatre animaux vaccinés ont résisté à quatre inoculations successives par piqûres ou injections de sang charbonneux sous la peau.

» Les quatre témoins non vaccinés ont succombé à la première inoculation en deux à quatre jours avec œdème considérable autour du point d'inoculation; le ganglion le plus rapproché avait augmenté de dix à quinze fois son volume primitif; il était farci de bactéridies : leur nombre dans le sang dépassait celui des globules.

» A la première inoculation de charbon, les animaux vaccinés eurent un peu de fièvre, et chez deux il y eut un très léger œdème au point inoculé. Les autres piqûres d'inoculation se comportèrent comme des plaies simples.

» *Moutons*. — Ils appartiennent tous à la race du Lauraguais, sur laquelle le charbon dit *spontané* fait souvent de grands ravages. Mes expériences ont porté sur onze de ces animaux. Cinq furent inoculés du charbon *une seule fois*, mais à diverses époques, et en moururent en deux ou trois jours. Je n'ai jamais vu d'ailleurs aucun mouton de cette race, qui sert depuis trois ans à mes expériences, résister aux bactéridies, quelle que fût la quantité inoculée.

» Les six animaux restants ont été inoculés préventivement. Après une seule vaccination, deux furent inoculés du charbon et l'un d'eux mourut avec les caractères ordinaires. Je fis aux cinq qui restaient une nouvelle vaccination et, depuis un mois environ, j'ai fait à chacun trois inoculations sous-cutanées avec du sang charbonneux de chien, de lapin, de brebis, et une inoculation de spores sans provoquer aucun phénomène ni local ni général [1].

» L'absence de phénomènes locaux m'indiquait que le sang lui-même devait être impropre à la reproduction des bactéridies. J'ai, en effet, introduit dans la veine faciale de quatre de ces animaux deux à trois gouttes de sang de lapin, ce qui, vu le nombre des parasites, représentait pour chaque animal un total d'environ deux cents millions de bactéridies introduites directement dans le sang. Ces quatre moutons n'ont présenté aucun phénomène morbide.

» Aujourd'hui les cinq animaux sont bien portants et ne se ressentent nullement de la vaccination ou des diverses inoculations qui l'ont suivie. Ils seront remis dans un troupeau, et je me propose de les inoculer de temps en temps pour déterminer la durée de cette innocuité. Je puis cependant déjà annoncer qu'elle dure plus de deux mois, les trois chiens et une brebis ayant été inoculés pour la première fois au commencement de mai et pour la dernière le 1er et le 6 juillet. »

M. H. Mangon présente à l'Académie, de la part de M. *Mascart*, un nouveau Volume des « Annales du Bureau central météorologique ». Ce Vo-

---

(1) Chaque fois que l'on inoculait un animal vacciné, on s'assurait de l'activité du charbon en inoculant un ou plusieurs lapins. Ceux-ci ont toujours succombé.

lume renferme les observations pluviométriques recueillies en France pendant l'année 1878; il fait suite au *Bulletin mensuel*, publié d'abord par notre ancien confrère M. Belgrand et par M. G. Lemoine. Le concours actif du Ministère des Travaux publics est resté acquis à cette publication, mais le zèle des Commissions départementales et des correspondants du Bureau a permis d'augmenter dans une très forte proportion le nombre des stations. Une Notice de M. Moureaux et cinq Cartes très intéressantes complètent ce Volume, et font connaître la distribution de la pluie en France pour chaque trimestre et pour l'année entière.

M. Landry adresse une Note sur la décomposition du nombre $2^{64}+1$. (Extrait.)

« Je viens de décomposer le nombre $2^{64}+1$ ou 18446744073709551617. Ce nombre est le produit des deux facteurs 274177, qui est *premier*, et 67280421310721. J'ignore actuellement si ce dernier facteur est *simple* ou *composé*. »

La séance est levée à 5 heures. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUILLET 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les alcalis organiques;* par M. **Berthelot**.

« 1. L'étude thermique des alcalis organiques est à peine ébauchée : ce que nous savons à cet égard est dû principalement aux travaux de M. Louguinine (¹) sur les alcalis aromatiques, dans les trois séries isomères, et sur les alcalis substitués, chlorés, nitrés, amidés. M. Thomsen a publié aussi des expériences sur la chaleur de neutralisation de quelques alcalis. Mais la chaleur de formation des alcalis organiques n'a jamais été mesurée.

» 2. J'ai entrepris cette détermination pour les alcalis susceptibles de prendre l'état gazeux à la température ordinaire, et j'ai mesuré la chaleur de combustion de deux d'entre eux, par détonation, dans ma bombe calorimétrique. Les seuls que j'aie pu obtenir purs sont : l'éthylamine, achetée chez M. Kahlbaum, de Berlin (²), et la triméthylamine, que M. Vincent, avec

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVII, p. 229.

(²) La méthylamine du même fabricant renfermait au contraire 25 pour 100 de diméthylamine dans un échantillon; 39 pour 100 dans un autre, acheté à une époque différente.

une rare obligeance, avait bien voulu mettre à ma disposition en quantités considérables, lors de la dernière Exposition universelle. J'en ai profité pour pousser plus loin l'étude de cette base, qui m'a fourni des résultats inattendus, quant à son hydratation et son énergie relative.

» 3. *Analyse.* — La pureté de ces alcalis a été vérifiée par l'analyse eudiométrique, procédé plus sensible que l'analyse pondérale pour de tels composés. Voici les résultats en volume :

		Volume du gaz.	CO^2 produit.	Azote.	Diminution totale après combustion et absorption de CO^2.
Éthylamine	Trouvé...	100	201	50,5	428
	Calculé...	100	200	50	425
Triméthylamine	Trouvé...	100	302	50	580
	Calculé...	100	300	50	575

» 4. *Chaleur de combustion de l'éthylamine.* — J'ai procédé en suivant exactement la même marche que pour l'acide cyanhydrique, c'est-à-dire en opérant sur un poids connu d'alcali liquide, renfermé dans une ampoule scellée (voir ce Recueil, p. 80). Comme contrôle, on a pesé l'acide carbonique. Dans les détonations, il ne s'est pas formé d'acide cyanhydrique, et seulement des traces négligeables de composés nitreux.

» Quatre détonations, faites sur des poids de base compris entre $0^{gr},110$ et $0^{gr},120$, ont fourni, vers $20^{\circ},5$, avec l'éthylamine gazeuse ($C^4H^7Az = 45^{gr}$) à volume constant (mais en tenant compte de l'eau vaporisée)

$$C^4H^7Az + O^{15} = 2C^2O^4 + 7HO + Az.$$

	D'après le poids initial de l'alcali.	D'après le poids final de l'acide carbonique.
	Cal	Cal
	416,3	413,0
	409,3	403,3
	400,7	406,4
	402,7	416,4
Moyenne...	407,2	409,3

» La moyenne générale : 408,5, doit être accrue de 1,2, pour passer à la chaleur de combustion ordinaire sous pression constante; ce qui fait $409^{Cal},7$.

» Ce nombre comporte une limite d'erreur voisine de $\pm 4^{Cal}$, incertitude qui se retrouve dans les déductions suivantes [1].

---

(1) Sans préjudice d'une limite d'erreur à peu près égale, relative à la combustion des éléments et des composants indiqués.

» La chaleur de combustion des éléments étant 429,5, on a :

Depuis les éléments : C^4(diamant) + H^7 + Az = C^4H^7Az gaz..........	+ 19,8
Depuis l'ammoniaque : $C^4 + H^4 + AzH^3 = C^4H^7Az$ gaz..............	+ 7,6
Depuis l'éthylène : $C^4H^4 + AzH^3 = C^4H^7Az$ gaz.....................	+ 23,0
Depuis l'alcool : $C^4H^4(H^2O^2)$ gaz + AzH^3 gaz = C^4H^7Az gaz + H^2O^2 gaz..	+ 6,1

» 5. *Dissolution dans l'eau.* — Deux expériences, faites à 19°, sur des poids d'éthylamine gazeuse égaux à $2^{gr},555$ et 2,415, dissous dans 400^{gr} d'eau, ont donné, pour $C^4H^7Az(45^{gr})$: + 12,90 et + 12,90; moyenne, + 12,91.

» Ce chiffre l'emporte de moitié sur l'ammoniaque.

» 6. *Formation des sels dissous, à* 19°.

C^4H^7Az ($1^{éq} = 7^{lit}$) + HCl	($1^{éq} = 2^{lit}$) dégage.........		+ 13,2
» + $C^4H^4O^4$	»	»	+ 12,9
» + SO^4H	»	»	+ 15,2

chiffres intermédiaires entre la potasse et l'ammoniaque.

» 7. *Chaleur de combustion de la triméthylamine.* — Trois détonations, faites sur des poids de base compris entre $0^{gr},112$ et $0^{gr},186$, ont fourni pour $C^6H^9Az(59^{gr})$, à volume constant,

$$C^6H^9Az + O^{24} = 3C^2O^4 + 9HO + Az.$$

» D'après le poids initial : 586,3; 583,5; 601,1 ; moyenne, 590,3.

» D'après le poids final de l'acide carbonique, en moyenne 591,7.

» La moyenne générale est 590,5 ; ce qui donne pour la chaleur de combustion à pression constante : 592,0; avec une limite d'erreur voisine de $+6^{Cal}$, incertitude qui s'applique aux déductions suivantes ([1]) :

Depuis les éléments : C^6(diamant) + H^9 + Az = C^6H^9Az gaz..........	− 9,5
Depuis l'ammoniaque : $C^6 + H^6 + AzH^3 = C^6H^9Az$.................	+ 2,7
Depuis l'alc. méthyl. : $3C^2H^2[H^2O^2]$gaz + $AzH^3 = (C^2H^2)^3AzH^3 + 3H^2O^2$gaz.	− 7,3 × 3

» J'insiste sur les limites d'erreur que comporte ce genre de calcul ([2]), afin de prévenir toute illusion. Les déductions précises, tirées des chaleurs de combustion, ne sont réellement valables que pour des chaleurs de combustion peu élevées, ou pour des différences très considérables. Dans les autres cas, il vaut mieux procéder par des réactions effectives, réalisées de proche en proche et par voie humide.

([1]) Sans préjudice d'une limite d'erreur à peu près égale, relative aux éléments et aux composants.

([2]) Voir sur ce point ce Recueil, t. XC, p. 1246.

» 8. *Dissolution dans l'eau.* — Trois expériences, faites vers 20°, sur des poids de base égaux à 4,753; 4,994; 4,933, dissous séparément dans 400gr d'eau, ont fourni pour C^6H^9Az (59gr) gazeuse + 270 H^2O^2 environ : + 12,82; + 12,76; + 13,2; en moyenne : + 12Cal,90.

» Ce chiffre, égal à la chaleur de dissolution de l'éthylamine, accuse dans les deux bases une affinité toute spéciale pour l'eau. Cette affinité a pu être mise en évidence plus nettement encore pour la triméthylamine, par les expériences de dilution.

» Une liqueur saturée vers 19° renfermait 409gr,6 de base par litre, ou 478gr par kilogramme. Sa densité était : 0,858 à 16°. Elle répondait à C^6H^9Az + 7,17HO. Étendue avec trente fois son volume d'eau, elle a dégagé : + 3Cal,89 à 19°.

(C^6H^9Az + 7,50HO)	diluée jusqu'à 250HO²...	+ 3,85
(C^6H^9Az + 23,7HO) à 20° (D = 0,944)	»	+ 1,44
(C^6H^9Az + 54HO) à 22°	»	+ 0,41
(C^6H^9Az + 105HO) à 22°	»	+ 0,14
(C^6H^9Az + 210HO) à 22°	»	+ 0,00

» On voit que C^6H^9Az, en s'unissant à 7,17HO, dégage + 9Cal,0.

» On rappellera ici que (AzH^3 + 7HO), par sa dilution ultérieure, dégage seulement : + 0,32; et (AzH^3 + 19HO) : + 0,02; chiffres qui montrent que l'ammoniaque a bien moins de tendance que la triméthylamine à former des hydrates. La grandeur de la chaleur de dilution de cette dernière base concentrée est double de celle de la potasse et de la soude, au degré équivalent, et tout à fait comparable à la chaleur de dilution des hydracides.

» De tels chiffres traduisent la formation de certains hydrates successifs (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 151, 167).

» 9. *Formation des sels dissous.* — J'ai trouvé à 21° :

C^6H^9Az (1éq = 5lit)	+ HCl (1éq = 2lit)......	+ 8,9
»	+ $C^4H^4O^4$ (1éq = 2lit)...	+ 8,3
»	+ SO^4H (1éq = 2lit)....	+ 10,9

Comme contrôle, par double décomposition réciproque :

C^6H^9Az (1éq = 2lit) + KCl (1éq = 2lit).....	+ 4,40	N − N' = + 4,7
KO (1éq = 2lit) + C^6H^9Az, HCl (1éq = 2lit)..	− 0,28	

» La chaleur dégagée par l'union de la potasse avec l'acide chlorhydrique surpasse donc de + 4,7 celle que dégage la triméthylamine; ce qui donne, pour l'union de cette base dissoute avec l'acide chlorhydrique étendu,

$+ 9,0$; chiffre concordant avec le précédent. On voit aussi que la potasse déplace entièrement, ou à peu près, la triméthylamine dissoute, de ses composés acides; cependant il semble qu'il y ait quelque indice de partage.

» J'ai trouvé encore :

$$\left.\begin{array}{ll} C^6H^9Az(1^{éq}=2^{lit}) + AzH^3, HCl(1^{éq}=2^{lit}) \ldots\ldots & -2,33 \\ AzH^3(1^{éq}=2^{lit}) + C^6H^9Az, HCl(1^{éq}=2^{lit}) \ldots\ldots & +1,17 \end{array}\right\} N - N' = +3,50$$

d'où l'on déduit, pour la chaleur de neutralisation de la triméthylamine par l'acide chlorhydrique : $+ 8,95$.

» Les trois valeurs trouvées : 8,9, 9,0, 8,95, sont concordantes. Elles sont plus faibles d'un tiers à peu près que les chaleurs de neutralisation de la potasse, et même de l'ammoniaque, par les acides correspondants; leurs valeurs numériques se rapprochent des chaleurs de neutralisation de l'oxyammoniaque et de l'aniline par les mêmes acides. On a encore :

$$\begin{array}{ll} C^6H^9Az(8^{lit}) + C^2O^4(26^{lit}) \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots & +4,4 \\ C^6H^9Az, HCl(2^{lit}) + CO^3Na(2^{lit}) \ldots\ldots\ldots & -1,17 \end{array}$$

» Le dernier chiffre indique la transformation du chlorhydrate en chlorure de sodium, la base forte prenant l'acide fort, comme il arrive entre le chlorhydrate d'ammoniaque et le chlorure de sodium, et pour les mêmes motifs (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 712 et 717). Si l'on suppose la réaction totale, on en tire que : CO^2 dissous $+ C^6H^9Az$ dissoute dégagerait $+ 4,1$ en présence de 4^{lit} d'eau. En présence de 17^{lit}, l'expérience a fourni un nombre plus faible, ce qui accuse la dissociation graduelle du carbonate par dilution, toujours comme avec l'ammoniaque.

» 10. *Chlorhydrate de triméthylamine.* — J'ai donné plus haut la chaleur de formation de ce sel dans l'état dissous. Pour l'évaluer dans l'état solide, j'en ai déterminé la chaleur de dissolution sur un bel échantillon, donné par M. Vincent, et que j'ai séché avec soin sur du papier buvard. Son analyse répondait sensiblement à la formule C^6H^9Az, HCl. J'ai dissous 10^{gr} de ce sel dans 500^{gr} d'eau, à 18°. Il s'est produit une absorption de chaleur assez faible et qui répondait à $- 0^{Cal},50$, pour $C^6H^9Az, HCl = 95^{gr},5$.

» D'après ce chiffre,

$$C^6H^9Az \text{ gaz} + HCl \text{ gaz} = C^6H^9Az, HCl \text{ solide, dégage : } + 39^{Cal},8.$$

» Cette valeur est inférieure à la chaleur de formation du chlorhydrate d'ammoniaque solide, à partir de ses composants gazeux : $+ 42^{Cal},5$. Mais le chiffre qui s'en déduit ne représente probablement pas la véritable

chaleur de formation du chlorhydrate de triméthylamine dissous. En effet, ce sel attire la vapeur d'eau atmosphérique avec une telle avidité, qu'il tombe presque aussitôt en déliquescence, indice de la formation d'un hydrate défini dans ses dissolutions; tandis que le chlorhydrate d'ammoniaque paraît exister dans ses dissolutions sous l'état anhydre. A la chaleur de formation du chlorhydrate de triméthylamine anhydre, il convient donc d'ajouter, dans ses dissolutions, celle de son hydrate, si l'on veut calculer l'énergie mise en jeu dans la formation du chlorhydrate de triméthylamine dissous, c'est-à-dire l'énergie réelle qui intervient dans les réactions de ce corps (¹).

» 11. *Partage d'un acide entre la triméthylamine et l'ammoniaque.* — Examinons ce qui arrive, lorsque l'ammoniaque et la triméthylamine sont opposées à équivalents égaux à l'acide chlorhydrique étendu. D'après les chiffres donnés plus haut : $1^{éq}$ de triméthylamine et $1^{éq}$ de chlorhydrate d'ammoniaque absorbent $-2,33$; tandis que $1^{éq}$ d'ammoniaque et $1^{éq}$ de triméthylamine dégagent $+1,17$. Le déplacement total de la triméthylamine par l'ammoniaque exigeant $+3,50$, on voit (²) qu'un tiers de la première base seulement, ou environ, est déplacé par l'ammoniaque, et cela avec dégagement de chaleur; mais on voit aussi que les deux tiers de l'ammoniaque sont déplacés réciproquement par la triméthylamine, et cela avec absorption de chaleur : les deux bases partagent l'acide.

» Cette absorption de chaleur résulte de la dissociation partielle des hydrates de triméthylamine, dissociation qui se renouvelle jusqu'à une certaine limite, par suite de la transformation en chlorhydrate de la triméthylamine anhydre, coexistant avec ses hydrates dans les liqueurs primitives (³).

» Le rapport même suivant lequel l'acide se distribue entre les deux bases varie avec leur proportion relative. Par exemple,

$$C^6H^9Az,HCl(1 = 2^{lit}) + 2AzH^3(1^{éq} = 1^{lit}), \text{ à } 21^\circ,5, \text{ dégage : } +1,62,$$

ce qui accuse un partage à peu près par moitié.

(¹) En tenant compte d'ailleurs de son état propre de dissociation en hydrate et sel anhydre (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 445).

(²) En négligeant les chaleurs de dilution, qui sont beaucoup plus petites.

(³) La dissociation propre, quoique très faible, du chlorhydrate d'ammoniaque, en ammoniaque libre et acide libre, et la dissociation analogue du sel de triméthylamine interviennent aussi (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 219).

» Si la triméthylamine était anhydre, elle devrait tout prendre, car

C^6H^9Az gaz + HCl ($1^{éq} = 4^{lit}$), dégage............ $+21,9$
AzH^3 gaz + HCl ($1^{éq} = 4^{lit}$), dégage.............. $+21,3$

» Inversement, l'hydrate de triméthylamine doit être déplacé par l'ammoniaque, puisqu'il a perdu toute son énergie d'hydratation.

» C'est en raison de la formation des hydrates dissociés des deux bases, et de leurs chlorhydrates, qu'il s'établit entre elles un certain équilibre; cet équilibre pourrait même être calculé, si l'on connaissait le degré exact de dissociation de chacun de ces composés. Mais je ne veux pas m'étendre davantage sur cette théorie, que j'ai développée ailleurs (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 596, 601, et surtout p. 642 à 647).

» Au contraire, il me paraît utile de signaler ici la prépondérance de la triméthylamine anhydre sur l'ammoniaque, et en sens inverse la faiblesse relative de l'hydrate de la première base. J'insisterai également sur la tendance de la triméthylamine à former des hydrates définis, bien plus stables et produits avec un dégagement de chaleur plus grand que ceux de l'ammoniaque même, et qui établissent ainsi la transition avec la quatrième base méthylée de M. Hofmann, base tout à fait comparable à la potasse et aux hydrates alcalins par sa constitution. »

PHYSIOLOGIE. — *Modifications des mouvements respiratoires par l'exercice musculaire.* Note de M. **Marey**.

« Les expériences dont j'ai l'honneur de présenter les résultats à l'Académie ont été faites, avec le concours du Dr Hillairet, en 1874, à l'école de gymnastique militaire du fort de la Faisanderie, à Vincennes.

» On sait que l'exercice musculaire, chez ceux qui y sont peu habitués, produit l'essoufflement, c'est-à-dire une respiration plus forte et plus fréquente qu'à l'état normal. C'est une conséquence de la plus grande rapidité du cours du sang qui, revenant en abondance des veines dans le cœur droit, exige, pour traverser le poumon, des respirations plus fréquentes ou plus amples. Il est en effet démontré que le poumon est d'autant plus facilement traversé par le sang que l'inspiration le déploie davantage et en ouvre le système vasculaire.

» Or, l'habitude d'un exercice musculaire, de la course, par exemple, a pour effet d'adapter graduellement la fonction respiratoire à la circulation

plus rapide qui doit traverser le poumon. Le type respiratoire acquis par le gymnaste consiste en un accroissement énorme de l'ampliation de la poitrine et en un notable ralentissement des mouvements thoraciques.

» On jugera de l'importance de ces modifications par les tracés joints à cette Note. Les courbes représentées ci-après sont tracées au moyen de l'instrument que je nomme *pneumographe*; chacune d'elles exprime les phases d'une expiration et de l'inspiration suivante. La hauteur des courbes, ou amplitude des mouvements, est très sensiblement proportionnelle au volume d'air respiré.

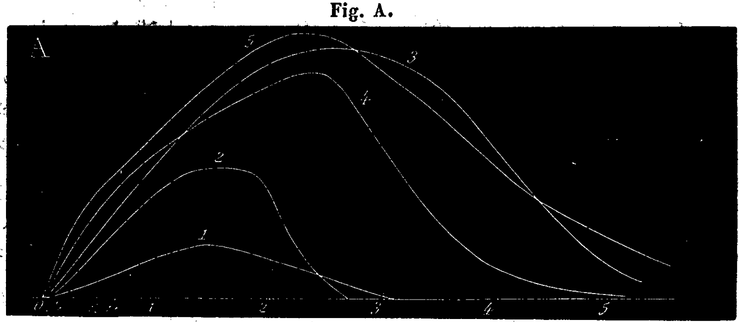
» Après avoir constaté que les sujets *entraînés* depuis quelques mois avaient, après la course, la respiration plus large et moins fréquente que ceux qui n'avaient pas encore fait de gymnastique, nous voulûmes voir comment se faisait cette transformation. A cet effet, nous avons choisi cinq jeunes hommes qui arrivaient au fort et n'avaient pas encore pris part aux exercices. Nous avons inscrit la respiration de chacun d'eux au repos, puis immédiatement après une course de 600^m faite au pas gymnastique; la durée du trajet fut de quatre minutes environ.

Sur la *fig.* A, la courbe 1 correspond au type respiratoire d'un soldat avant la course; sur la *fig.* A' la courbe 1 est celle de la respiration après la course.

» Cette première expérience avait été faite le 19 août. Un mois après, nous en fîmes une autre dans les mêmes conditions.

» Le 21 septembre, le tracé fut pris avant la course et donna la courbe 2 (*fig.* A); après la course, on eut le tracé 2 (*fig.* A'). Le type normal de la

Fig. A.



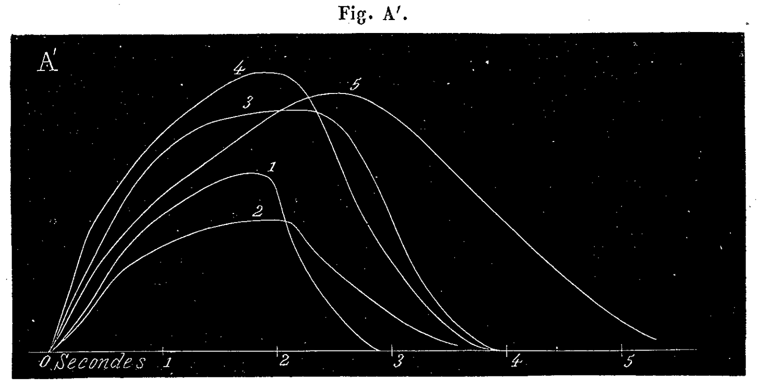
Courbes respiratoires prises au repos : 1, avant les exercices gymnastiques; 2, au bout d'un mois d'exercices; 3, 4, 5, au bout de trois, quatre et cinq mois. (Les durées d'un mouvement respiratoire se comptent en secondes sur l'axe des abscisses.)

respiration s'était déjà modifié, l'amplitude des mouvements thoraciques au repos avait plus que doublé.

» En suivant de mois en mois les changements de la respiration de nos jeunes gymnastes, nous avons obtenu les courbes 3, 4, 5 (*fig.* A) avant la course et les courbes inscrites sous les mêmes numéros (*fig.* A′) ont été obtenues après la course.

» A travers les petites irrégularités qui s'observent toujours dans les

Fig. A′.



Courbes respiratoires prises après une course de 600^{m} *au pas gymnastique.*
(Les mêmes numéros d'ordre, dans les deux figures, correspondent à des tracés recueillis le même jour.)

mouvements respiratoires, on voit nettement se dégager l'accroissement de l'amplitude et la diminution de la fréquence de ces mouvements.

» La comparaison des deux groupes de tracés montre que, dans les premiers temps, la respiration était notablement modifiée par la course; mais, vers la fin des expériences, c'est-à-dire après quatre ou cinq mois d'exercices, il était à peu près impossible de constater un changement de la respiration sur les hommes qui avaient couru; et pourtant leur allure était devenue un peu plus rapide, les 600^{m} étant parcourus en trois minutes cinquante secondes.

» On voit encore sur ces tracés que la modification des mouvements respiratoires est permanente, c'est-à-dire qu'elle s'observe même sur l'homme au repos. Le nombre des respirations s'est réduit, en moyenne, de vingt à douze par minute, et leur amplitude a plus que quadruplé. On peut donc conclure que ces jeunes soldats, après avoir subi les effets de la gymnastique, respiraient environ deux fois plus d'air qu'avant d'avoir été soumis à l'entraînement.

» Nous regrettons de n'avoir pu faire, au moyen du spiromètre, des déterminations quantitatives qui permettent d'assigner leur valeur réelle à ces larges respirations; mais on peut, sans crainte d'erreur, accepter la valeur relative des résultats que nous venons de mentionner. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Du renforcement de l'immunité des moutons algériens, à l'égard du sang de rate, par les inoculations préventives. Influence de l'inoculation de la mère sur la réceptivité du fœtus.* Note de M. A. CHAUVEAU, présentée par M. Bouley.

« La [illegible] sur lequel j'appelle aujourd'hui l'attention remonte à l'époque de mes premières tentatives d'inoculation de la maladie bactéridienne aux moutons algériens; j'avais déjà vu l'année dernière (*Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie*, 1879, p. 869) que certains malaises, sur les sujets inoculés successivement plusieurs fois, sont surtout marqués au moment de la première inoculation; mais ce sont mes expériences ultérieures qui m'ont définitivement démontré que l'atténuation des effets des inoculations subséquentes est due à une véritable action préservatrice de la première. Au moment où j'écris ces lignes, le nombre des animaux sur lesquels j'ai fait cette étude s'élève à plus de soixante, qui ont tous été inoculés au moins trois fois, et dont la moitié au moins ont subi de cinq à huit inoculations successives. Mes observations sont donc largement suffisantes pour la démonstration du renforcement de l'immunité contre le sang de rate par les inoculations préventives sur les sujets algériens, démonstration que j'ai déjà indiquée dans ma Communication du 28 juin.

» La meilleure marche à suivre pour observer l'influence d'une première inoculation sur les résultats des inoculations subséquentes, c'est de faire cette première inoculation par piqûres cutanées à une seule oreille. La seconde inoculation est ensuite pratiquée à l'autre oreille, et les autres, soit aux deux oreilles, soit sur tout autre point du corps. Il importe aussi de les faire toutes avec la même matière infectante, je veux dire avec un agent de même provenance et de même activité, par exemple le sang frais de lapins ou de cochons d'Inde sur lesquels on entretient le virus par transmissions successives.

» Quels sont les effets produits par la première inoculation? J'écarte, bien entendu, le cas possible, et nécessairement très rare, où l'inoculation par piqûres cutanées ferait périr le sujet du sang de rate. Un certain nombre de sujets perdent leur vivacité et leur appétit, et il est ainsi très facile de constater, à première vue, que l'inoculation les a rendus malades. D'autres, plus nombreux, continuent à manger et à ruminer comme des animaux bien portants, et semblent échapper complètement à l'action de l'agent

infectant. Mais il n'en est rien, car une observation attentive démontre chez eux l'existence manifeste de troubles généraux et locaux, communs, du reste, à tous les inoculés, qu'ils présentent ou non des signes apparents de malaises : il s'agit de l'élévation de la température du corps et de la tuméfaction des ganglions lymphatiques qui reçoivent des vaisseaux afférents en provenance de la région inoculée.

» La tuméfaction des ganglions lymphatiques est un effet à peu près constant de l'inoculation, mais cet effet est plus ou moins marqué suivant les sujets. Dans un lot d'animaux inoculés de la même manière avec la même substance, on trouve, en effet, des sujets sur lesquels ce symptôme est à peine indiqué, d'autres, au contraire, où il est très accentué. Ce sont les ganglions parotidiens et préscapulaires qui se tuméfient ainsi quand l'inoculation est faite aux oreilles. Si, comme je le recommande, l'inoculation est unilatérale, la comparaison avec les ganglions du côté opposé permet d'apprécier beaucoup plus facilement l'état de ceux qui deviennent malades. On peut ainsi constater que le volume de ces ganglions malades devient parfois cinq à six fois plus considérable que dans l'état sain ; cet énorme accroissement de volume s'observe surtout dans le ganglion préscapulaire. C'est exactement ce qui se passe sur les animaux français que l'inoculation fait presque infailliblement mourir du sang de rate.

» Cette tuméfaction ganglionnaire ne se développe pas en général avec une très grande rapidité. Elle ne débute guère que le surlendemain du jour de l'inoculation ; vers le sixième ou le septième jour, elle atteint son maximum. La décroissance est généralement lente : j'ai vu des animaux sur lesquels la tuméfaction ganglionnaire était encore apparente un mois après l'inoculation.

» L'élévation de température, qui accompagne toujours l'évolution du processus local, est, comme ce dernier, plus ou moins marquée. Les deux phénomènes suivent souvent une marche parallèle, c'est-à-dire que l'élévation de la température générale du corps est plus marquée sur les sujets dont les ganglions sont devenus très volumineux. Un rapport plus constant encore existe entre le chiffre de la température et l'intensité du malaise apparent. Les sujets tristes et sans appétit ont toujours la température élevée, le pouls, ainsi que la respiration, sensiblement accéléré. La température rectale, qui, normalement, est environ de 39°, 5, arrive facilement à 41° et peut même dépasser 42°. Cette élévation de température commence à se marquer vingt-quatre heures à trente-six heures après l'inoculation et dure de trois jours à six jours.

» Ainsi, même sur les sujets réfractaires de l'Algérie, l'inoculation du sang de rate produit toujours des effets appréciables, tuméfaction des ganglions lymphatiques voisins de la région inoculée, élévation de la température générale, avec ou sans signes extérieurs de malaise, comme l'abattement et l'anorexie.

» Voyons maintenant ce qui arrive lorsque, tous les phénomènes de la première inoculation ayant disparu, on en pratique une seconde, suivie elle-même de plusieurs autres. Les suites de ces nouvelles inoculations ne ressemblent plus du tout à celles de la première; les animaux ne paraissent nullement impressionnés par ce nouveau contact avec les agents infectants du sang de rate. Cette innocuité est surtout frappante sur les sujets que la première inoculation a sensiblement éprouvés. Non seulement ces sujets gardent la vivacité et l'appétit qu'ils avaient perdus au moment de la première inoculation, mais, de plus, on ne voit pas survenir d'engorgement ganglionnaire appréciable; c'est à peine si l'on a le temps de constater une prompte et fugitive élévation de la température rectale.

» Il faut à la première inoculation un certain temps pour exercer son action préventive à l'égard des inoculations subséquentes. Quand les réinoculations sont pratiquées trop tôt, en général les effets s'en ajoutent à ceux de la première inoculation purement et simplement. Le sixième ou le septième jour, l'influence de cette première inoculation est parfois déjà évidente; mais c'est surtout après le quinzième jour que cette influence est nettement établie.

» La répétition des inoculations m'a toujours paru assurer de plus en plus l'accroissement de l'immunité naturelle. J'ai encore en ce moment des moutons algériens qui, du mois de juin 1879 au mois d'avril 1880, ont subi de sept à huit inoculations; celles que l'on pratique maintenant restent absolument sans effet.

» C'est particulièrement à l'égard des inoculations subséquentes de même nature que les inoculations antérieures exercent une influence inhibitoire; j'entends par inoculations de même nature celles qui sont faites par le même procédé, avec la même quantité de la même matière infectante. Cependant l'inoculation par piqûres cutanées, répétée plusieurs fois, suffit souvent pour neutraliser en très grande partie, sinon complètement, les effets des inoculations par injections sous-cutanées ou même intravasculaires avec d'assez notables quantités de virus.

» Tous ces faits ont certainement un grand intérêt, mais le fait le plus intéressant qui soit résulté de mes expériences sur l'inoculation préventive

des moutons algériens est peut-être celui dont il me reste à parler.

» Sur tous les agneaux qui viennent de naître, on observe, après les inoculations bactéridiennes, les mêmes phénomènes que chez les adultes : parfois malaises apparents, toujours élévation de la température rectale et tuméfaction plus ou moins évidente des ganglions lymphatiques voisins de la région inoculée. Or, aucun de ces phénomènes ne se manifeste si la mère du jeune agneau a été inoculée plusieurs fois dans les derniers mois de la gestation. La résistance du jeune sujet est alors aussi complète que possible. C'est le 24 septembre 1879 que j'ai constaté ce fait pour la première fois sur un agneau, né le 8, d'une mère qui avait été inoculée le 5 et le 21 juillet précédent. Littéralement couvert de piqûres d'inoculations, à diverses reprises, cet agneau ne présenta jamais trace de tuméfaction ganglionnaire, ni d'élévation de la température rectale. Il en fut exactement de même sur deux autres agneaux dont les mères avaient été inoculées trois et quatre semaines avant la mise bas, avec de notables quantités de virus, introduites par injections sous-cutanées.

» De ce fait découlent d'importantes conséquences pour la théorie de l'immunité communiquée ou renforcée par les inoculations préventives. Comme l'a si bien démontré M. Davaine, les bâtonnets bactéridiens ne se multiplient pas dans le sang du fœtus, même quand on en trouve de prodigieuses quantités dans le sang de la mère. Les éléments solides normaux du sang ne passent pas, du reste, plus communément d'un système vasculaire dans l'autre. Seul, le plasma sanguin peut faire l'objet d'échanges osmotiques actifs entre la mère et le fœtus. On est donc autorisé à conclure, relativement aux inoculations préventives du sang de rate : 1° que le contact direct de l'organisme animal avec les éléments bactéridiens n'est pas nécessaire à la stérilisation ultérieure de cet organisme; 2° que les inoculations préventives agissent sur les humeurs proprement dites, rendues stériles et stérilisantes, soit par soustraction de substances nécessaires à la prolifération bactéridienne, soit plutôt par addition de matières nuisibles à cette prolifération. »

M. de Lesseps communique à l'Académie les observations suivantes, au sujet de l'établissement du barrage de la Gileppe (Belgique) :

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le résultat des études que j'avais faites au barrage du Furens, près de Saint-Étienne. Un barrage encore plus considérable avait été exécuté postérieurement en Belgique, celui

de la Gileppe; je viens de le visiter. La captation et l'aménagement des eaux comptent parmi les travaux les plus utiles pour la richesse agricole et industrielle d'un pays. A ce titre, le barrage de la Gileppe, comme celui du Furens, peut servir de modèle. Je remets à l'Académie une Note sommaire concernant ce grand travail, qui a été exécuté pour supporter une pression huit fois plus forte que celle qui lui était imposée par les nécessités de son exploitation actuelle. »

M. J. Plateau fait hommage à l'Académie d'une Note imprimée, portant pour titre : « Une application des images accidentelles ». (Extrait du *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2[e] série, t. XLIX, mai 1880.)

M. Larrey fait hommage à l'Académie d'un Discours prononcé par lui à la Chambre des Députés, à l'occasion du projet de loi sur l'administration de l'armée (extrait du *Journal officiel* du 15 juin 1880).

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Escary adresse une suite à ses « Remarques relatives à l'équation de Lamé ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Puiseux, Bouquet.)

M. Ménard adresse un Mémoire relatif à des machines utilisant la poussée des liquides comme force motrice.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. G. Peyre adresse un projet de navigation sous-marine.

(Renvoi à la Section de Navigation.)

M. de la Nux, M. Luigi, M. J. Saiole adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Mémoire sur le mouvement d'un point attiré vers un centre fixe par une force inversement proportionnelle au cube de la distance, par M. *Gascheau*. (Présenté par M. Tisserand.)

M. **Ch. Brame** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant, pour la Section de Physique, laissée vacante par le décès de M. *Lissajous*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **A. Borius** exprime le désir de faire partie de la prochaine expédition pour l'observation du passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

M. le **Maire de Clermont-Ferrand** prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter à l'inauguration de la statue de Blaise Pascal, le 5 septembre prochain.

ASTRONOMIE. — *Ephéméride de la comète b 1880 (Schaeberle)*; par M. **G. Bigourdan**. Présentée par M. Tisserand.

« L'éphéméride suivante, calculée pour 12^h, temps moyen de Paris, a été obtenue en partant des éléments que j'ai donnés dans le dernier numéro des *Comptes rendus*. L'éclat de la comète est exprimé en prenant pour unité celui d'avril 6,5, temps moyen de Paris, date très voisine de la découverte.

Dates. 1880.	Ascension droite apparente.	Déclinaison nord apparente.	log Δ.	Éclat.
	h m s	° ′ ″		
Août 15,5	6.59.59,8	29. 1.16	0,406448	0,75
17,5	7. 0. 4,8	28.26.43	0,402808	0,75
19,5	7. 0. 5,9	27.51.45	0,398981	0,76
21,5	7. 0. 2,9	27.16.20	0,394969	0,77

Dates, 1880.	Ascension droite apparente.	Déclinaison nord apparente.	log Δ.	Éclat.
	h m s	° ′ ″		
Août 23,5	6.59.55,4	26.40.24	0,390774	0,78
25,5	6.59.43,3	26. 3.56	0,386398	0,78
27,5	6.59.26,4	25.26.52	0,381839	0,79
29,5	6.59. 4,4	24.49. 9	0,377100	0,80
31,5	6.58.37,0	24.10.45	0,372184	0,81
Sept. 2,5	6.58. 3,9	23.31.35	0,367093	0,83
4,5	6.57.24,9	22.51.36	0,361833	0,84
6,5	6.56.39,5	22.10.44	0,356409	0,85
8,5	6.55.47,5	21.28.57	0,350825	0,86
10,5	6.54.48,6	20.46. 9	0,345088	0,88
12,5	6.53.42,3	20. 2.16	0,339207	0,89
14,5	6.52.28,4	19.17.16	0,333192	0,90
16,5	6.51. 6,5	18.31. 4	0,327051	0,92
18,5	6.49.36,3	17.43.34	0,320793	0,94
20,5	6.47.57,3	16.54.44	0,314434	0,95
22,5	6.46. 9,1	16. 4.29	0,307987	0,97
24,5	6.44.11,3	15.12.45	0,301465	0,99
26,5	6.42. 3,4	14.19.27	0,294889	1,01
28,5	6.39.45,0	13.24.32	0,288278	1,03
30,5	6.37.15,7	12.27.57	0,281658	1,04
Oct. 2,5	6.34.35,0	11.29.39	0,275054	1,06
4,5	6.31.42,4	10.29.35	0,268493	1,08
6,5	6.28.37,6	9.27.43	0,262007	1,10
8,5	6.25.20,1	8.24. 3	0,255635	1,12
10,5	6.21.49,6	7.18.36	0,249414	1,14
12,5	6.18. 5,9	6.11.21	0,243386	1,16
14,5	6.14. 8,8	5. 2.24	0,237588	1,17

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Réponse à une remarque de M.* Sylvester *concernant les Leçons sur la théorie des nombres de Dirichlet;* par M. **R. Dedekind.**

» Dans le § 47 de la *Zahlentheorie* de Dirichlet (3ᵉ éd., p. 110), où il s'agit de l'algorithme connu qui sert à déterminer la valeur du symbole $\left(\frac{b}{a}\right)$, on rencontre cette phrase : « Es zeigt sich nun, dass die damals » nothwendige Zerlegung in Primzahlfactoren (abgesehen von dem Factor z) ganz überflüssig geworden ». Ce passage a donné lieu à la re-

marque suivante de M. Sylvester (*Comptes rendus* du 10 mai 1880, p. 1105) : « Ce qui précède ici rend évident (il me semble) que cette ex-
» clusion du nombre *z* (due probablement à quelque mésintelligence de
» la part des auditeurs de Dirichlet) est elle-même (*überflüssig*) superflue. »
Je me permets de répondre à M. Sylvester que sa remarque, dont je n'ai eu connaissance qu'aujourd'hui, 11 juillet 1880, repose sur un malentendu de sa part, en ce qu'il prend pour synonymes les deux mots *superflu* et *inévitable*. En désignant comme superflue une opération, on veut bien dire qu'elle est aussi évitable; mais la réciproque n'est pas juste; une opération évitable peut en même temps être très-utile, et dans ce cas elle n'est pas du tout superflue. Comme M. Sylvester l'a remarqué dans une Note antérieure (*Comptes rendus* du 3 mai 1880, p. 1054), il est évident qu'on peut toujours former une chaîne réductive impaire dont les deux premiers termes sont des nombres impairs donnés. Je me permets d'ajouter que certainement cette évidence n'a pu échapper à personne et que l'algorithme de M. Sylvester coïncide à peu près avec celui que Eisenstein a publié il y a trente-six ans (*Journal de Crelle*, t. 27, p. 317); mais, en excluant les restes pairs et en évitant ainsi la décomposition relative au nombre 2, on est amené très souvent à une chaîne réductive beaucoup plus longue; sans aucun doute, l'illustre géomètre anglais se serait aperçu de cette circonstance s'il avait voulu traiter, non seulement le deuxième et le troisième, mais aussi le premier des exemples proposés à l'endroit cité de la *Zahlentheorie* (p. 110). En effet, pour calculer d'après la méthode des restes impairs la valeur du symbole $\left(\frac{365}{1847}\right)$, il faut former la chaîne réductive contenant les 21 nombres suivants :

1847,	365,	−343,	−321,	299,	277,	−255,
−233,	211,	189,	−167,	−145,	123,	101,
−79,	−51,	35,	13,	9,	−5,	−1,

tandis que, dans la méthode des plus petits restes, il suffit de former seulement les deux chaînes

$$1847,\quad 365,\quad 22 \quad \text{et} \quad 365,\quad 11,\quad 2.$$

» Je suis persuadé que tout calculateur préférera la dernière méthode, et j'en conclus que la conservation des restes pairs et de la décomposition relative au nombre 2, bien qu'elle soit évitable, n'est pas du tout superflue,

comme le veut M. Sylvester. Je laisse donc au lecteur le soin de juger de quel côté se trouve la mésintelligence; sans doute, j'aurais pu éviter d'entrer dans cette discussion, provoquée par M. Sylvester, mais j'espère que ma réponse ne sera pas tout à fait superflue. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la cause des spectres fugitifs observés par M.* Trouvelot *sur le limbe solaire.* Lettre du **P. Tacchini** à M. le Secrétaire perpétuel.

« A propos des spectres fugitifs observés près du limbe solaire par M. L. Trouvelot, je demande à l'Académie la permission de lui présenter les considérations suivantes.

» Au commencement de mes observations spectroscopiques solaires (1871), j'ai vu des spectres fugitifs, dont l'apparition concordait avec le passage, au voisinage ou en avant du Soleil, de quelques pigeons, alors très nombreux à l'Observatoire; après que les pigeons furent enlevés, je n'eus plus l'occasion de constater le phénomème.

» A Rome, avec la grande quantité d'oiseaux qu'on appelle *rondoni* (*Cypselus apus* L.) et pigeons, j'ai revu très fréquemment des spectres fugitifs, différant par la largeur, l'intensité et la vitesse; je les ai toujours considérés comme produits par les passages des oiseaux. Je n'aurais point fait d'observations spéciales à ce sujet si la Note de M. Trouvelot n'eût pas attiré mon attention sur ce phénomène, qu'il considère comme solaire, et se produisant en certaines régions du Soleil qui sont soumises à des perturbations profondes, manifestées par des taches, des facules et des protubérances brillantes; il ajoute que l'observation du phénomène lui-même, bien raisonnée, exclut la pensée de lui attribuer une origine terrestre.

» Le 4 juillet, j'ai fait des observations sur différents points du bord solaire; j'ai toujours trouvé que le phénomène concordait avec les passages, près du Soleil, d'un grand nombre d'hirondelles. Je pensai alors que, si le phénomène est dû au passage des oiseaux, la question serait résolue définitivement en faisant des observations simultanées à Rome et à Palerme, car à Palerme il n'y a point d'hirondelles, et dans cette saison les passages des autres sortes d'oiseaux sont très rares. Je convins donc d'observer simultanément avec M. le professeur Ricco, astronome à l'Observatoire de Palerme, les mêmes traits du limbe solaire.

» Voici les résultats :

1880.	Temps des observations.	Spectres fugitifs observés à Rome.	Spectres fugitifs observés à Palerme.
	h h m		
Juillet 9	7 à 7.40	7	0
9	8 8.40	8	0
10	8 8.40	17	0
11	8 8.40	32	0

» Il est donc évident que le phénomène n'est pas solaire, mais purement terrestre, et, dans le cas actuel, limité à la station de Rome.

» Pendant les observations faites les 9, 10 et 11, j'ai fait noter les passages des oiseaux sur la projection du Soleil obtenue avec le chercheur de mon équatorial; on a obtenu les nombres suivants :

Le 9 juillet	94
10 »	58
11 »	107

» Il n'y a certainement pas de rapport direct entre le nombre des passages et le nombre des spectres fugitifs observés, et il est facile d'en comprendre la raison; mais ces nombres montrent combien de ces oiseaux passent devant la fenêtre de ma chambre équatoriale en un petit nombre de minutes. Or on sait que les hirondelles restent le matin assez bas, en volant avec une vitesse prodigieuse et en changeant rapidement de direction; tandis que, plus le Soleil s'élève, plus ces oiseaux montent, de manière qu'après 10^h la plus grande partie est à une grande hauteur, et on les voit précisément quand ils se disposent convenablement pour réfléchir les rayons du Soleil; ils apparaissent alors comme des points brillants. A une telle hauteur, le nombre des passages devant l'objectif sera nécessairement plus petit, et leurs images sur la projection solaire seront plus faibles et plus lentes. Si donc les spectres fugitifs sont produits par ces oiseaux, leur nombre devra diminuer vers midi, et c'est précisément ce que nous avons vérifié. Voici les nombres de spectres et de passages notés hier, en dix minutes de temps, à différentes heures :

Heures.	Nombre de spectres.	Nombre des passages.
h m		
8.20...	8, très beaux.	28, très beaux, très noirs, rapides.
8.57...	12, très beaux.	21, très beaux, très noirs, rapides.
9.44...	8, quelques-uns faibles et lents.	11, plutôt faibles.
11.33...	3, faibles et lents.	10, très faibles et assez lents.

» On en peut conclure, ce me semble, non seulement que le phénomène est terrestre, mais encore que les spectres observés par moi sont dus aux passages des hirondelles près du Soleil. J'ajouterai que, dans les portions du limbe solaire observées, il n'y avait ni taches ni facules; dans la chromosphère même, il ne se présentait aucune particularité spéciale, c'est-à-dire, que la surface solaire était calme.

» Si, au lieu de spectres fugitifs brillants, on veut observer des lignes noires ou sombres traversant le spectre solaire, il suffira de restreindre la fente du spectroscope et de viser au centre du disque solaire : il se produira alors une ligne noire à chaque passage d'un oiseau par le centre de la projection solaire, comme nous l'avons vérifié plusieurs fois et avec une certitude complète. Ce phénomène est aussi plus fréquent que celui des spectres fugitifs.

» Nous publierons d'autres détails, à cet égard, dans les *Mémoires des spectroscopistes;* mais je pense que cette Note suffira pour montrer que les spectres fugitifs observés par moi à Rome constituent un phénomène purement terrestre et localisé. Les dates des observations de M. Trouvelot, qui semblent avoir réussi seulement en été, conduisent à assigner la même cause aux phénomènes qu'il a observés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'électricité atmosphérique.* Note de M. MASCART.

« Malgré des travaux nombreux, dont les premiers datent déjà de plus d'un siècle, les lois suivant lesquelles varie l'électricité atmosphérique ne sont pas encore établies; la connaissance de ces lois est cependant le premier pas à franchir, si l'on veut arriver à déterminer les causes d'un phénomène aussi important. Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer quelques-uns des résultats que j'ai obtenus sur ce sujet.

» L'appareil dont je me suis servi est un électromètre à quadrants, de sir W. Thomson, dans lequel les déviations de l'aiguille sont transmises mécaniquement à un crayon qui trace des traits sur le papier à intervalles très rapprochés. Les deux paires de quadrants sont maintenues à des potentiels égaux et de signes contraires, par les deux pôles d'une pile dont le milieu communique au sol, et l'aiguille est en relation avec un vase qui laisse écouler dans l'air extérieur un filet d'eau continu. Cette disposition présente l'avantage que les déviations de l'aiguille sont égales de part et

d'autre du zéro pour des charges égales et de signes contraires. Le déplacement angulaire est d'ailleurs assez petit, dans les circonstances ordinaires, pour rester sensiblement proportionnel au potentiel de l'aiguille, c'est-à-dire au potentiel de l'air au point où la veine liquide se partage en gouttelettes.

» Les courbes ainsi obtenues n'ont pas la continuité que l'on est habitué à rencontrer dans la plupart des phénomènes météorologiques; elles présentent souvent des variations brusques, quelquefois d'un bout à l'autre de l'échelle à quelques minutes d'intervalle.

» L'examen de ces courbes, au point de vue des changements accidentels, met en évidence un certain nombre de faits qui sont déjà connus pour la plupart. Le potentiel de l'air est généralement positif, particulièrement quand le ciel est pur. Par les temps couverts, le potentiel diminue, présente des variations rapides et se montre de temps en temps négatif. La pluie donne presque toujours de grandes déviations négatives. L'approche d'un orage se traduit, le plus souvent, par une grande variation négative, suivie d'oscillations très étendues dans les deux sens, avec une prédominance marquée de potentiels négatifs. Les pluies positives sont extrêmement rares et ne paraissent jamais se produire en dehors des temps d'orage.

» Il est manifeste que les variations accidentelles, grandes et petites, ne doivent pas entrer en ligne de compte si l'on veut déterminer la marche normale du phénomène. Le simple aspect des tracés graphiques permet d'apprécier cette marche; on peut encore calculer les moyennes d'un ensemble d'observations équidistantes prélevées, soit sur les courbes réelles dont on a soin d'éliminer les perturbations, soit sur des courbes qui passent par les positions moyennes du crayon.

» Les phénomènes que j'ai ainsi observés depuis le mois de janvier sont entièrement d'accord avec ceux que j'avais déjà signalés l'année dernière, et j'attendais cette confirmation avant de leur attribuer un caractère général. L'appareil est installé, il est vrai, au Collège de France, c'est-à-dire dans l'intérieur d'une grande ville, et l'on peut soupçonner que l'on arriverait à des conséquences différentes en rase campagne; cependant des expériences nombreuses permettent d'affirmer que, sauf les cas de grandes perturbations, le siège des masses électriques agissantes est très éloigné de la surface du sol, et il est probable que l'influence d'une ville n'apporte pas un grand trouble dans la marche diurne.

» Dans l'état moyen, le potentiel de l'air, toujours positif, est beaucoup

plus élevé et plus uniforme la nuit que le jour. De 9^h du soir à 3^h du matin, il varie peu; il baisse au lever du jour, prend une valeur minimum vers 3^h de l'après-midi, se relève ensuite rapidement et atteint son maximum vers 9^h.

» Il n'y a donc qu'un minimum pendant le jour et un maximum presque constant dans une grande partie de la nuit, c'est-à-dire une seule période diurne, au moins quand on envisage le terme le plus important du phénomène. L'amplitude de l'oscillation diurne a été notablement plus faible pendant l'hiver. Les froids exceptionnels de décembre 1879 auraient présenté un intérêt particulier; malheureusement, les précautions que nous avions prises contre la congélation de l'eau d'écoulement ont été insuffisantes.

» Il semble exister un rapport entre l'état électrique de l'air et la température, mais il faudra posséder plusieurs années d'observations pour établir cette relation avec rigueur et en étudier tous les détails.

» L'existence du maximum de nuit est en désaccord avec la règle généralement adoptée. On admet, en effet, d'après les expériences de Quetelet à Bruxelles, qu'il existe deux maxima d'électricité, le matin et le soir, et deux minima, l'un dans la journée et l'autre dans la nuit. Si les résultats que j'ai constatés représentent réellement la marche normale, cette discordance doit être attribuée aux méthodes d'observation.

» Tant qu'on s'est borné aux observations directes, on les a faites surtout dans le cours de la journée, et les maxima relatifs du matin et du soir ont pu souvent faire préjuger l'existence d'un minimum pendant la nuit, sans qu'il fût directement observé. Toutefois, ce minimum a été constaté par différents observateurs, soit directement, soit à l'aide d'appareils enregistreurs.

» L'une des causes d'erreur qui me paraît avoir été trop souvent négligée, c'est l'imparfait isolement des appareils. Un électromètre, électrisé par une influence temporaire ou mis en communication avec un appareil à écoulement, n'atteint qu'une fraction inconnue, quelquefois très petite, du potentiel qu'il devrait prendre, si les pertes d'électricité par les supports étaient négligeables. Or, les propriétés isolantes des supports ordinaires, des tiges de verre exposées à l'air, par exemple, varient beaucoup avec l'état de l'atmosphère, et plusieurs causes concourent à augmenter leur conductibilité pendant la nuit. Il est donc nécessaire d'employer des supports dont l'isolement soit absolu et indépendant des conditions atmosphériques; on peut craindre que cette cause d'erreur n'ait conduit souvent les

observateurs à méconnaître le maximum de potentiel qui m'a paru régulier pendant la nuit. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les courants alternatifs et la force électromotrice de l'arc électrique.* Note de M. J. JOUBERT.

« Les courants alternatifs, tels que les donnent les machines magnéto-électriques du type de l'*Alliance* ou des types plus récents et plus parfaits de Gramme et de Siemens ont été jusqu'ici peu étudiés, ce qui s'explique par les difficultés que l'on rencontre quand on veut appliquer les méthodes et les instruments ordinaires à des courants d'une grande intensité et qui changent de sens cent ou deux cents fois par seconde. Je me suis servi avec beaucoup d'avantages de l'électromètre Thomson, en l'employant d'une manière spéciale et que je crois nouvelle. Je supprime complètement toute source étrangère d'électricité pour charger soit l'aiguille, soit les cadrans. Les deux paires de cadrans sont isolées, et l'une d'elles est mise en communication électrique permanente avec l'aiguille également isolée. Dans ces conditions, la déviation de l'aiguille est proportionnelle au carré de la différence des potentiels des deux cadrans et, par conséquent, indépendante du signe de cette différence. Si les deux cadrans sont mis en communication avec deux points A et B d'un circuit traversé par un courant continu d'intensité I, que V_1 et V_2 soient les potentiels des deux points A et B, et R la résistance du conducteur qui les sépare, on a

$$(1)\qquad IR = V_1 - V_2.$$

» Si entre deux autres points A′ et B′, au lieu d'un simple conducteur, on a un moteur électrique ou tout autre engin capable de transformer l'énergie électrique en une autre forme de l'énergie, l'équation devient

$$(2)\qquad E + IR' = V'_1 - V'_2,$$

R′ étant la résistance propre du moteur au repos et E sa force électromotrice pendant le mouvement. L'énergie électrique consommée entre les deux points A′ et B′ a évidemment pour expression

$$(3)\qquad I(E + IR') = \frac{(V_1 - V_2)(V'_1 - V'_2)}{R}.$$

» Les valeurs des seconds membres des équations (1) et (2) sont four-

nies immédiatement et sans calcul par l'électromètre, si on l'a gradué en volts au moyen d'une pile de Daniell. Un électromètre donnera donc la mesure de l'intensité, et deux électromètres combinés celle de l'énergie consommée.

» Si, au lieu d'un courant continu, on a affaire à des courants alternatifs se succédant à intervalles petits relativement à la durée de l'oscillation de l'aiguille, celle-ci, entraînée toujours dans le même sens, quel que soit le signe du courant, prend une déviation fixe proportionnelle à la moyenne des valeurs successives du carré de $V_1 - V_2$. C'est cette même moyenne que donneraient, dans les mêmes circonstances, abstraction faite des difficultés très graves que présente leur emploi, les méthodes calorimétriques ou l'électrodynamomètre ([1]).

» La connaissance de cette moyenne suffit pour la pratique, mais il était intéressant de connaître la loi de l'intensité : je l'ai déterminée pour une machine Siemens à courants alternatifs.

» Le principe de la méthode consiste à diviser la période en un certain nombre de parties égales, vingt par exemple, correspondant, je suppose, à des intervalles de $\frac{1}{2000}$ de seconde, et à mesurer l'intensité à chacun de ces instants. Je me sers à cet effet d'un interrupteur monté sur l'arbre même de la machine et qui ferme à un moment déterminé et pendant un temps très court, $\frac{1}{20000}$ de seconde environ, une dérivation prise sur le circuit principal. On peut mesurer cette intensité par l'électromètre, mais on peut aussi employer le galvanomètre, puisque les contacts successifs correspondent toujours à une même phase du courant; dans ce dernier cas, j'emploie une méthode de compensation susceptible d'une grande exactitude. J'ajoute qu'une espèce de phénakisticope monté sur le même arbre permet de voir l'arc au même instant et pendant le même temps, et d'étudier optiquement la succession des phénomènes dont il est le siège pendant le cours d'une période.

» L'expérience m'a donné pour l'intensité une courbe qui se confond presque rigoureusement avec une sinusoïde; sauf une très légère dissymé-

---

([1]) Pour faire brûler une bougie Jablochkoff dans les conditions normales correspondant à une intensité de 50 becs Carcel, il faut un courant d'intensité moyenne, égale à 8^{webers} ou 9^{webers}; la bougie s'éteint quand l'intensité tombe au-dessous de 5^{webers}. La différence de potentiel entre les deux charbons est de 40^{volts} environ. Le travail correspondant à une bougie normale est donc environ de $\frac{8 \times 40}{9,8}$, soit 32^{kgm} par seconde.

trie qui déplace le maximum dans le sens du mouvement. Seulement cette sinusoïde, au lieu d'avoir la position que lui assignerait la théorie, est déplacée tout d'une pièce, dans le sens du mouvement, d'une quantité égale à $\frac{1}{8}$ de la période entière. Un fait analogue se rencontre dans toutes les machines magnéto-électriques, et on l'attribue ordinairement à un retard dans l'aimantation. L'explication ne peut convenir dans le cas actuel : la bobine induite est une bobine sans noyau de fer doux qui se déplace dans un champ magnétique; d'ailleurs, le déplacement est indépendant de la vitesse et rigoureusement le même pour des vitesses de quatre cents, sept cents et mille tours par minute. Il est dû évidemment à l'induction du courant sur lui-même; le courant principal étant de la forme $A \sin x$, le courant secondaire est de la forme $B \cos x$, et la superposition de ces deux courants donne un courant de la forme $C \sin(x+y)$, ne différant du premier que par l'amplitude et par la phase.

» J'ai analysé de la même manière la chute de potentiel entre les deux charbons aux différentes phases de la période. C'était le moyen de résoudre plusieurs questions d'un grand intérêt. Quelle résistance offre au passage de l'électricité l'espace qui sépare les deux charbons? Le courant traverse-t-il cet espace d'une manière continue ou seulement quand son intensité a dépassé une certaine valeur? L'arc agit-il comme une simple résistance ou, comme l'a annoncé M. Edlung, se comporte-t-il à la manière d'une force électro-motrice? L'expérience répond de la manière la plus nette à toutes ces questions. Au moment où l'intensité est nulle dans le courant, la différence de potentiel entre les deux charbons est également nulle; mais, dans un temps inappréciable, cette différence atteint une valeur de 40^{volts} à 45^{volts} qu'elle conserve presque sans variation jusqu'au moment où le courant atteint de nouveau une valeur très faible. La chute finale est très brusque, mais j'ai pu cependant la suivre dans ses détails; je n'ai pu en faire autant pour l'élévation du commencement, qui semble se produire d'une façon presque instantanée. J'ai constaté de plus ce fait important que cette différence de potentiel reste non seulement la même pendant toute la période d'un courant d'intensité moyenne donnée, mais encore quand on fait varier dans de larges limites l'intensité moyenne du courant. Je dois ajouter cependant que cette différence diminue quand l'intensité augmente et que la variation s'élève au maximum à 4^{volts} ou 5^{volts}.

» L'explication de ces faits s'impose d'elle-même. La résistance de l'arc est très faible; elle varie avec la température et diminue quand la température augmente. La différence de potentiel qui existe entre les deux char-

bons est due pour la plus grande partie à une force électromotrice indépendante de l'intensité et qu'on peut évaluer à 30^{volts}. Les choses se passent entre les deux charbons comme entre les deux électrodes d'un voltamètre : il s'établit, par un phénomène de polarisation dont je réserve l'explication, une chute fixe de potentiel, et, à partir de ce moment, le travail produit dépend uniquement de la quantité d'électricité qui passe et lui est proportionnel. J'ajouterai que, si l'arc est produit dans un champ magnétique soumis aux mêmes variations périodiques que le courant, la chute de potentiel entre les deux charbons prend une valeur plus grande que dans les conditions ordinaires et croissant avec l'intensité du champ. Je me contente de signaler ce dernier fait, sans insister sur son explication. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau thermomètre à air*. Note de M. **A. Witz**, présentée par M. Desains.

« L'emploi du thermomètre à air est resté limité aux grandes recherches; il serait avantageux d'introduire dans la pratique journalière des laboratoires cet instrument, le plus exact de tous, qui joint à une exquise sensibilité cette autre qualité si précieuse de se mettre instantanément en équilibre avec le milieu dans lequel il est placé. Pour atteindre ce but, il faudrait simplifier sa construction, faciliter son maniement et rendre ses indications indépendantes de la pression atmosphérique : de la sorte, l'observateur serait dispensé de tout calcul, et la température pourrait être lue directement. M. de Jolly, professeur à l'Université de Munich, s'était déjà proposé ce résultat; mais son thermomètre est encombrant, peu maniable, et il exige encore un calcul pour déduire la température de l'observation des pressions. J'ai adopté une disposition toute différente, beaucoup plus simple et moins coûteuse; je la crois neuve.

» C'est une sorte de thermomètre de Leslie, dont une des boules d'air est maintenue à une température constante; les indications de l'instrument sont dès lors absolues, et l'on peut graduer en degrés le tube dans lequel se déplace le liquide.

» Il s'agissait de trouver un régulateur thermique qui fût capable de conserver l'air de cette boule à une température fixe; c'était la plus grosse difficulté du problème : elle a été résolue de la manière suivante. Un fil de platine très fin est enroulé en hélice et introduit dans l'enceinte; il fait partie d'un circuit, qui est fermé par une colonne mercurielle, mobile dans

la partie recourbée d'un thermomètre à alcool analogue à celui de Six et Bellani, et dont les positions dépendent de la dilatation de l'alcool du réservoir et partant de la température de l'enceinte. Une des extrémités de la colonne de mercure est toujours en contact avec le fil de platine; l'autre, au contraire, ouvre ou ferme le circuit en reculant ou bien en avançant. Au moment où la température s'abaisse en dessous d'un point déterminé, le circuit se ferme, le courant passe et le fil s'échauffe, puis la température se relève et le courant est de nouveau interrompu. La température fixe du régulateur dépassant de 10° environ celle de l'air extérieur, il y a antagonisme continuel entre l'action extérieure et celle du régulateur; il en résulte une oscillation de la température dont l'amplitude ne dépasse pas 0°,1. La constance est donc parfaite, à la condition toutefois de posséder une source d'électricité qui ne se polarise pas.

» La difficulté du problème me parut d'abord reculée et non résolue, car aucune pile ne résistait à l'épreuve d'une semaine et le régulateur succombait dans la lutte contre le refroidissement; mais je trouvai dans la pile de Poggendorff, montée au bichromate de potasse, une tension, une quantité et une constance parfaitement appropriées au but. En ayant soin de renouveler tous les jours une petite partie de l'eau acidulée, devenue verte par le sulfate de chrome, et d'ajouter un cristal de bichromate dans le vase poreux, deux petits éléments, assemblés en quantité, maintiennent le régulateur à 29°,5 pendant une série de jours dont je ne connais pas encore la limite.

» Telles sont les grandes lignes de ce nouveau thermomètre. La lecture se fait sur une portion de tube inclinée d'environ 15° sur l'horizon; le liquide manométrique est l'huile d'amandes colorée par l'orcanette. Le thermomètre est, par suite, très sensible, et le degré correspond à une longueur de $0^m,020$ à $0^m,030$; l'instrument est, d'autre part, peu encombrant, et il peut servir de thermographe, en employant la Photographie pour enregistrer les mouvements du liquide. Les formes diverses qu'on peut donner à la boule thermoscopique rendent ce thermomètre propre à tous les usages, et en particulier à l'observation des températures en Physiologie et en Médecine; l'emploi d'un tube capillaire d'argent recuit permet d'explorer les parties les plus difficilement accessibles.

» Ce thermomètre devient un baromètre si l'on supprime la boule thermoscopique : le liquide se meut alors sous l'action de la pression extérieure, et l'on peut inscrire automatiquement la pression barométrique. On peut donc l'appeler un *thermobarographe*. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons fluorées de l'uranium avec les métaux alcalins.* Note de M. A. DITTE.

« Lorsqu'on introduit de l'oxyde vert d'uranium dans du fluorure de potassium fondu, additionné d'une petite quantité de carbonate de potasse, de manière à le rendre faiblement alcalin, l'oxyde se change au bout de quelques instants en belles paillettes jaunes et transparentes, très brillantes, insolubles dans l'eau chaude comme dans l'eau froide, et faciles à séparer, par conséquent, du fluorure de potassium. Ces cristaux affectent la forme de tables hexagonales régulières, minces, inaltérables à l'air même au rouge. Elles se dissolvent avec facilité dans les acides étendus. Si on les chauffe au rouge dans un courant d'hydrogène après les avoir mélangées avec un excès de chlorhydrate d'ammoniaque distillé, l'uranium passe tout entier à l'état de protoxyde cristallisé, et le potassium qu'ils renferment se change en chlorure; cette réaction donne un moyen d'analyser cette substance, et les nombres obtenus, contrôlés par des pesées de phosphate d'urane et de fluorure de calcium, lui attribuent la formule

$$U^2O^2Fl, 2KFl.$$

» Le même sel se produit encore quand on traite l'oxyde vert par du fluorhydrate de fluorure de potassium : tout se dissout d'abord, mais l'addition à la masse fondue de carbonate de potasse qui sature tout ce qui reste d'acide libre détermine la précipitation de belles paillettes, dans lesquelles tout l'uranium employé reste retenu. Ces cristaux, chauffés dans un courant d'hydrogène, changent de couleur et deviennent vert foncé; mais ils ne perdent qu'une très minime fraction de leur poids, et le changement de teinte est le résultat d'une altération purement superficielle.

» Lorsqu'on dissout de l'oxyde U^3O^4 dans du fluorure acide de potassium, on obtient une masse limpide et transparente, qui donne une masse opaque et jaune après son refroidissement. Celle-ci abandonne à l'eau chaude du fluorure de potassium à peu près pur et laisse une poudre cristalline jaune, qui, lorsque la majeure partie du fluorure de potassium libre est enlevée, se dissout à son tour. On obtient alors une liqueur jaune qui abandonne par refroidissement des cristaux jaune clair, dont la composition répond à la formule $2(U^2OFl^2, 2KFl)3HO$ ou bien $(U^2OFl^2, 2KFl)3HO$, selon la température à laquelle les cristaux se sont déposés.

» Le même composé peut également s'obtenir en dissolvant d'abord l'oxyde vert d'uranium dans un excès d'acide fluorhydrique et séparant par

décantation le précipité de fluorure d'uranyle qui se dépose. La liqueur claire est additionnée de potasse, puis concentrée ; elle dépose alors du fluorure de potassium et de beaux cristaux jaunes, transparents, qui présentent la composition précédente. Quand on les dissout dans de l'eau chargée de fluorure acide de potassium et que la cristallisation s'effectue entre 50° et 60°, les cristaux qui se déposent ne contiennent plus que $1^{éq}$ d'eau ; leur formule est donc $U^2OFl^2, 2KFl, HO$.

» Cet oxyfluo-uranate de potasse, soumis à l'action de la chaleur, perd son eau ; puis il fond sans se décomposer et donne une masse liquide jaune, qui devient jaune orangé par refroidissement, en même temps qu'elle perd sa transparence. Il est beaucoup moins soluble dans l'eau chargée de fluorure de potassium que dans l'eau pure ; ce sel anhydre, porté au rouge dans un courant d'hydrogène, devient orangé par suite d'une altération superficielle qui lui fait perdre un centième de son poids environ.

» Si, dans les opérations qui précèdent, on remplace le fluorure de potassium par du fluorure de rubidium, on obtient des résultats tout à fait du même ordre ; le fluorure légèrement alcalin par un peu de carbonate donne de beaux cristaux orangés, insolubles dans l'eau, répondant à la formule $U^2O^2Fl, 2RbFl$.

» Le fluorure acide de rubidium dissout l'oxyde U^3O^4, et la masse, reprise par l'eau après son refroidissement, donne une liqueur jaune qui dépose par évaporation des cristaux jaunes du composé $U^2OFl^2, 2RbFl, 6HO$, tout à fait analogue au sel correspondant du potassium par son aspect et par ses propriétés.

» Le fluorure de sodium donne de beaux cristaux d'un jaune d'or, très brillants, présentant la formule $U^2O^2Fl, 2NaFl$.

» Le fluorure de lithium, additionné d'une faible quantité de carbonate de lithine, donne encore des paillettes jaunes insolubles dans l'eau. Comme les précédentes, elles sont un peu difficiles à purifier, à cause de la faible solubilité des fluorures de sodium et de lithium ; elles sont, du reste, insolubles dans l'eau, inaltérables par la chaleur et solubles dans les acides étendus ; elles présentent, du reste, la même composition $U^2O^2Fl, 2LiFl$.

» Le fluorure de thallium se comporte de même et donne des paillettes cristallines ; mais l'opération est difficile, à cause de la volatilité du fluorure de thallium.

» En résumé, l'action d'un fluorure neutre des métaux alcalins sur l'oxyde vert d'uranium donne de beaux cristaux insolubles et anhydres de composés analogues, présentant la formule $U^2O^2Fl, 2MFl$; l'action du

fluorure acide de ces mêmes métaux donne des sels solubles et hydratés, dont la composition peut être exprimée par la formule U^2OFl^2, $2MFl, nHO$. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique et les propriétés principales du glucium.* Note de MM. **L.-F. Nilson** et **O. Pettersson.** (Extrait.)

« Nous avons trouvé, il y a deux ans, que la chaleur spécifique du glucium entre 0° et 100° est égale à 0,4084, et nous en avons conclu que la glucine est égale à Gl^2O^3 et le poids atomique du glucium est égal à 13,8, la chaleur atomique du métal, dans ce cas, étant 5,64, conformément à la loi de Dulong et Petit (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 823). Cependant ces résultats ont soulevé des objections de la part de MM. Lothar-Meijer, Brauner et Carnelley. Ainsi, ces savants supposent que : 1° l'équivalent du glucium est évalué trop haut, et qu'avec nos matériaux purs nous obtiendrons sans doute un nombre inférieur à 4,0; alors le glucium triatomique pourrait s'insérer dans le système de Mendeléeff avec un poids atomique égal à 11,0 ou 11,5, ce qui autrement ne serait pas le cas; 2° la chaleur atomique de l'oxygène dans la glucine Gl^2O^3, ou 2,47, serait moindre que dans tous les autres sesquioxydes, où elle varie entre 3,5 et 5,1; 3° la chaleur spécifique du glucium entre 0° et 100° serait certainement égale à 0,4084, mais, aux températures plus élevées, s'élèverait très rapidement, et, s'il en était ainsi, Gl pourrait être égal à 9,2, la glucine égale à GlO et la chaleur atomique du métal entre 0° et 100° égale à 3,76, pour atteindre, à une température élevée, la valeur normale, égale à 6,4, en correspondance avec C, Bo, Si, selon Weber; 4° la température de fusion du chlorure serait telle, que le métal ne pourrait être triatomique. Ces remarques ont été pour nous l'occasion de nouvelles expériences, dont nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie les principaux résultats.

» Ayant trouvé que le chlorure sublimé de glucium contient toujours une trace de calcium, provenant de l'action corrodante qu'il exerce sur le tube de verre où il est préparé, nous ne pouvons pas déterminer l'équivalent du métal par l'analyse de cette combinaison. Par la cristallisation réitérée du sulfate préparé de ce chlorure, les traces de calcium s'éloignent facilement. Le sulfate cristallisé $Be^2O^6, 3SO^2 + 12H^2O$ fournit de grands cristaux inaltérables à l'air; ils perdent 6^{mol} d'eau à 100°-110°, le reste à 250°, et, chauffés au blanc, laissent un résidu de glucine pure. Le sel était ainsi parfaitement propre à la détermination en question. Pour éviter les erreurs de pesée, provenant de l'hygroscopicité de la glucine calcinée,

nous avons employé avec succès des desséchants contenant P^2O^5. M. Thalén, qui a soumis la glucine pesée à l'examen spectroscopique, n'a pu y trouver aucune matière étrangère.

		Perte de l'eau à 100°.		Perte de H^2O et SO^3 au blanc.		Glucine obtenue.		Équivalent de glucium.	
Expér.	Sulfate pesé.	gr	pour 100.	gr	pour 100.	gr	pour 100.	Oxygène = 8.	Oxygène = 7,98.
1...	3,8014	0,7696	20,245	3,2627	85,829	0,5387	14,171	4,556	4,544
2...	2,6092	0,5282	20,244	2,2395	85,831	0,3697	14,169	4,552	4,542
3...	4,3072	»	»	3,6973	85,840	0,6099	14,160	4,545	4,553
4...	3,0091	»	»	2,5825	85,824	0,4266	14,176	4,557	4,550
Moy...	»	»	»	»	85,831	»	14,169	4,552	4,542

» L'équivalent du glucium a été déterminé par nos devanciers de 4,9 à 4,6; le nombre trouvé par nous est un peu inférieur. Le poids atomique du glucium est donc égal à 13,65 si la terre est égale à Gl^2O^3; la supposition que nous arriverions à une valeur inférieure à $C = 12$ n'est donc pas fondée.

» Dans la Note suivante, nous donnons une série de déterminations de la chaleur moléculaire des sesquioxydes à l'aide du calorimètre Bunsen. Elles prouvent que la glucine prend place juste entre ces oxydes, aussi bien par rapport à la chaleur qu'à l'égard du volume moléculaire. Quant aux nombres obtenus, nous remarquons que la méthode Bunsen donne toujours des valeurs un peu inférieures à celles des autres (Regnault, Neumann) et que nos déterminations, faites suivant une seule et même méthode, dans des circonstances identiques, sont seules parfaitement comparables entre elles. Pour montrer comment la glucine, à l'égard de la chaleur atomique de l'oxygène, est intimement liée avec les oxydes de Al, Sc, Ga et In, nous emprunterons quelques nombres de la Note suivante. Soit C la chaleur spécifique; la chaleur atomique de l'oxygène se calcule comme suit :

$$Be^2O^3.c = 18,61 \qquad Be^2.c = 11,60 \qquad \frac{7,01}{3} = 2,34$$

$$Al^2O^3.c = 18,78 \qquad Al^2.c = 11,74 \qquad \frac{7,04}{3} = 2,35$$

$$Sc^2O^3.c = 20,81 \qquad Sc^2.c = 12,80\ (^1) \qquad \frac{8,01}{3} = 2,67$$

$$Ga^2O^3.c = 19,54 \qquad Ga^2.c = 10,91 \qquad \frac{8,63}{3} = 2,88$$

$$In^2O^3.c = 22,17 \qquad In^2.c = 12,92 \qquad \frac{9,25}{3} = 3,08$$

(1) Chaleur supposée normale.

On voit par là que la chaleur atomique de l'oxygène dans la glucine, loin d'être exceptionnelle, coïncide parfaitement avec celle de Al^2O^3 et est à peu près égale à celle de Sc^2O^3, Ga^2O^3, In^2O^3. Avec la composition Gl^2O^3, la glucine est donc absolument normale à cet égard, et la deuxième objection, on le voit, n'est pas mieux fondée que la première.

» Pour répondre à la troisième, il faut déterminer de nouveau la chaleur spécifique du glucium, non seulement entre 0° et 100°, mais aussi aux différentes températures entre 0° et 300°. Dans ces déterminations, faites aussi avec le calorimètre Bunsen, nous avons employé le même métal qu'auparavant, après que la poudre la plus fine a été séparée par le blutage, dans la pensée que le reste serait un métal plus pur : l'analyse a constaté l'exactitude de cette prévision en donnant 94,41 Gl, 4,89 Gl^2O^3, 0,70 Fe. Ce métal fut renfermé dans de petits cylindres de platine, hermétiquement soudés avec de l'or. L'accroissement de la chaleur spécifique de Gl^2O^3 et Pt fut aussi déterminé aux mêmes températures.

Température.	Chaleur spécifique.	Chaleur atomique.	Remarques.
0° à 46°,5	0,3950 à 0,4005	5,46	4 expér. dans la vapeur de CS^2.
0° à 100°,18	0,4242 à 0,4250	5,79	2 » » d'eau.
0° à 214°,0	0,4749 à 0,4751	6,48	2 » » de nitrobenzol.
0° à 299°,5	0,5054 à 0,5056	6,90	2 » » de diphénylamine.

» On voit, par le Tableau qui suit, que les chaleurs spécifique et atomique du glucium s'élèvent à peu près comme celle du fer, et que la chaleur atomique n'est pas, même à 300°, aussi grande que celle du fer. Le glucium ne peut donc point être comparé avec C, Bo, Si, dont la chaleur spécifique et atomique s'accroît beaucoup plus rapidement, et si le poids atomique de Gl est égale à 13,65, la chaleur atomique est complètement normale.

	0° à 100°.		0° à 300°.		
	Chaleur spécifique.	Chaleur atomique.	Chaleur spécifique.	Chaleur atomique.	
Fer.....	0,1124	6,29	0,1266	7,09	Selon Bède.
Glucium.	0,4246	5,79	0,5060	6,90	Selon Nilson et Pettersson.

» Quant à la dernière objection, d'après laquelle le point de fusion de Gl^2Cl^6 ne correspondrait pas avec celui de Al^2Cl^6, et dont le chlorure, par conséquent, serait $GlCl^2$, nous nous bornerons à remarquer ici que les éléments de la série de l'yttrium, à laquelle appartient le glucium, selon notre conviction, présenteront sans doute à cet égard bien plus d'analogie que

l'aluminium, élément auquel le glucium, d'après nous, n'est pas intimement lié en particulier. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons appartenant au groupe des créatines et des créatinines.* Note de M. E. DUVILLIER, présentée par M. Wurtz.

« *α-oxybutyrocyamine.* — On obtient cet homologue de la glycocyamine et de l'alacréatine en ajoutant à une solution aqueuse, froide et concentrée d'acide amido-α-butyrique (1^{mol}) de la cyanamide (1^{mol}), puis quelques gouttes d'ammoniaque et abandonnant le tout à la température ordinaire. Après quelques jours, on voit apparaître des cristaux en aiguilles qui augmentent peu à peu. Lorsque le dépôt cristallin ne paraît plus augmenter, ce qui a lieu au bout d'un mois environ, on sépare les cristaux.

» L'eau mère, additionnée d'une nouvelle quantité de cyanamide, la moitié environ de la cyanamide employée précédemment, et de quelques gouttes d'ammoniaque, fournit une nouvelle quantité de cristaux en aiguilles.

» Finalement, après quelques additions successives de cyanamide, il reste une eau mère renfermant encore une petite quantité d'acide amido-α-butyrique et une notable quantité de dicyanadiamide.

» Quant aux cristaux obtenus, on les purifie en les lavant à l'alcool bouillant, dans lequel ils sont presque insolubles, puis en les faisant cristalliser dans de l'eau contenant un peu d'ammoniaque. On obtient ainsi des cristaux en très fines aiguilles n'ayant que $0^m,002$ à $0^m,003$ de longueur.

» Soumis à l'analyse, ces cristaux répondent très exactement à la formule $C^5H^{11}Az^3O^2$, qui est celle de l'α-oxybutyrocyamine.

» L'α-oxybutyrocyamine se présente en très fines aiguilles ne renfermant pas d'eau de cristallisation. Ce corps est peu soluble dans l'eau froide, un peu plus soluble dans l'eau chaude, presque insoluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther. Enfin, les acides étendus le dissolvent facilement à froid.

» *α-oxybutyrocyamidine.* — On obtient très facilement cet homologue de la glycocyamidine. Pour cela on porte à l'ébullition, pendant quelques heures, une solution d'α-oxybutyrocyamine (1^{mol}) dans l'acide sulfurique

étendu et en excès (2^{mol} à 3^{mol}); puis on enlève l'acide sulfurique par le carbonate de baryte, on évapore à sec et on reprend par l'alcool ordinaire, qui laisse insoluble l'α-oxybutyrocyamine non transformée. La solution alcoolique, évaporée pour chasser l'alcool, puis reprise par l'eau, fournit de longues aiguilles limpides de plusieurs centimètres de longueur.

» Ces cristaux perdent à 150° leur eau de cristallisation et répondent à l'analyse très exactement à la formule $C^5H^9Az^3O + H^2O$, qui est celle de l'α-oxybutyrocyamidine renfermant 1^{mol} d'eau de cristallisation.

» L'α-oxybutyrocyamidine est assez soluble dans l'eau froide, beaucoup plus soluble dans l'eau chaude, d'où elle cristallise très bien par refroidissement. Elle est assez soluble dans l'alcool.

» *Isooxyvalérocyamine.* — Ce corps s'obtient en faisant réagir la cyanamide sur l'acide amido-isovalérique et en opérant comme il a été dit plus haut pour obtenir l'α-oxybutyramide.

» L'isooxyvalérocyamine se présente en petits cristaux courts ayant une apparence cubique. Ce corps est peu soluble dans l'eau froide, un peu plus soluble dans l'eau chaude; il est à peine soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther. Enfin il se dissout facilement dans les acides étendus.

» L'isooxyvalérocyamine ne renferme pas d'eau de cristallisation et répond à la formule $C^6H^{13}Az^3O^2$, qui est celle de l'isooxyvalérocyamine.

» *Isooxyvalérocyamidine.* — On obtient ce corps en faisant agir l'acide sulfurique sur l'isooxyvalérocyamine, en opérant exactement comme il a été indiqué plus haut pour obtenir l'α-oxybutyrocyamidine.

» L'isooxyvalérocyamidine se présente en fines aiguilles brillantes ayant beaucoup de ressemblance avec l'α-oxybutyrocyamine. Ce corps est assez soluble dans l'eau froide; il est plus soluble dans l'eau chaude, d'où il cristallise facilement; il est assez soluble dans l'alcool.

» L'isooxyvalérocyamidine perd à 150° son eau de cristallisation et répond à la formule $C^6H^{11}Az^3O + \frac{1}{2}H^2O$.

» Strecker et Erlenmeyer considérant les créatines et les créatinines comme des guanidines substituées, et Kolbe et Baumann considérant les créatines comme des produits de substitution de l'urée et les créatinines comme des produits de substitution de la cyanamide, on devra adopter, pour l'α-oxybutyrocyamine, l'α-oxybutyrocyamidine, l'isooxyvalérocyamine et l'isooxyvalérocyamidine des formules de constitution différentes, suivant qu'on adoptera l'une ou l'autre manière de voir.

» Dans le premier cas, les formules de ces corps devront s'écrire

$$\begin{array}{r} \mathrm{CH^3} \\ | \\ \mathrm{CH^2} \\ | \\ \mathrm{AzH=C}\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{AzH - CH} \\ \qquad\quad | \\ \mathrm{AzH^2 - CO-OH} \end{array}\right. \end{array}$$

α-oxybutyrocyamine.

$$\begin{array}{r} \mathrm{CH^3} \\ | \\ \mathrm{CH^2} \\ | \\ \mathrm{AzH=C}\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{AzH - CH} \\ \qquad\quad | \\ \mathrm{AzH - CO} \end{array}\right. \end{array}$$

α-oxybutyrocyamidine.

$$\begin{array}{r} \mathrm{CH^3CH^3} \\ \backslash / \\ \mathrm{CH} \\ | \\ \mathrm{AzH=C}\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{AzH - CH} \\ \qquad\quad | \\ \mathrm{AzH^2 - CO-OH} \end{array}\right. \end{array}$$

isooxyvalérocyamine.

$$\begin{array}{r} \mathrm{CH^3CH^3} \\ \backslash / \\ \mathrm{CH} \\ | \\ \mathrm{AzH=C}\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{AzH - CH} \\ \qquad\quad | \\ \mathrm{AzH - CO} \end{array}\right. \end{array}$$

isooxyvalérocyamidine.

et, dans le second cas, ils auront les formules

$$\mathrm{CO}\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{AzH^2} \\ \mathrm{AzH - CO - CH(AzH^2) - CH^2 - CH^3} \end{array}\right.$$

α-oxybutyrocyamine.

$$\mathrm{CO}\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{AzH^2} \\ \mathrm{AzH - CO - CH(AzH^2) - CH}\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{CH^3} \\ \mathrm{CH^3} \end{array}\right. \end{array}\right.$$

isooxyvalérocyamine.

$$\mathrm{C}\left\langle\!\!\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{AzH} \\ \mathrm{Az - CO - CH(AzH^2) - CH^2 - CH^3} \end{array}\right.\right.$$

α-oxybutyrocyamidine.

$$\mathrm{C}\left\langle\!\!\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{AzH} \\ \mathrm{Az - CO - CH(AzH^2) - CH}\left\langle\begin{array}{l} \mathrm{CH^3} \\ \mathrm{CH^3} \end{array}\right. \end{array}\right.\right.$$

isooxyvalérocyamidine.

» Ces dernières formules montrent que les créatines peuvent être considérées comme des uréides d'acides amidés, et j'espère arriver à démontrer prochainement que l'on doit adopter pour ces corps cette manière de voir. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyle sur les éthylamines.* Note de MM. **E. Duvillier** et **A. Buisine**, présentée par M. Wurtz.

« Hofmann (1) a indiqué que le meilleur procédé pour obtenir les bases éthylées consistait à faire réagir en vase clos, à 100°, le chlorure d'éthyle sur une solution alcoolique d'ammoniaque. Dans ces conditions, il reconnut que les trois éthylamines prenaient naissance, que, dans le

(1) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. III, p. 109; 1870.

mélange, la monoéthylamine et la diéthylamine dominaient de beaucoup et que ces deux bases se trouvaient à peu près en parties égales.

» Antérieurement, Groves [1] avait reconnu qu'il se formait dans cette réaction une petite quantité de chlorure de tétraméthylammonium. Nous avons vérifié ce fait.

» L'action du chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque ne fournit en abondance que la monoéthylamine et la diéthylamine. Dans le but d'obtenir en grande quantité les autres bases éthylées, nous avons fait réagir, molécule à molécule, en vase clos, à 100°, le chlorure d'éthyle sur la solution alcoolique du mélange des éthylamines produites par l'action du chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque et privées de l'ammoniaque non transformée. Nous avons obtenu, après avoir chassé l'alcool et décomposé les produits de la réaction par un excès de soude, un mélange de bases volatiles dont nous avons effectué la séparation par le procédé que nous avons indiqué précédemment [2]. Dans ce mélange, la triéthylamine domine, et la monoéthylamine et la diéthylamine sont à peu près en parties égales.

» Dans le résidu très alcalin des produits de la réaction, traités par la soude, pour mettre les bases volatiles en liberté, après avoir chassé ces bases, nous avons recherché la présence du chlorure de tétraéthylammonium.

» A cet effet, on sature ce résidu par l'acide chlorhydrique, puis on en sépare la plus grande partie du sel marin par des concentrations successives. Il reste enfin une eau mère sirupeuse, qu'on traite par l'alcool pour précipiter le sel marin. On obtient ainsi, après avoir chassé l'alcool, une liqueur sirupeuse de chlorure de tétraéthylammonium que nous avons caractérisée par ses réactions principales. Ce produit s'obtient en quantité assez notable; c'est cependant le moins abondant des produits de la réaction.

» L'action du chlorure d'éthyle sur le mélange d'éthylamines qu'on obtient en faisant réagir le chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque fournit les quatre bases éthylées. On peut représenter approximativement par les nombres suivants les quantités relatives de chacune de ces bases que l'on obtient : triéthylamine 4, diéthylamine 2, monoéthylamine 2, hydrate de tétraéthylammonium 1.

---

(1) *Chemical Society quarterly Journal*, t. XIII, p. 331; 1861.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 48 et 709; 1879.

» En résumé, l'action du chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque, étudiée par Hofmann, et l'action, que nous venons d'étudier, du chlorure d'éthyle sur les éthylamines qui prennent naissance dans l'action du chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque, permettent d'obtenir facilement les quatre bases éthylées en grande quantité.

» L'action du chlorure d'éthyle sur l'ammoniaque et les éthylamines se fait donc bien plus régulièrement que celle des éthers méthyliques sur l'ammoniaque et les méthylamines qui ne fournissent, comme nous l'avons montré ([1]), que peu de diméthylamine et de triméthylamine, mais donnent surtout de la monométhylamine et des sels de tétraméthylammonium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'électrolyse sur la benzine.* Note de M. AD. RENARD, présentée par M. Wurtz.

« Les expériences ont été conduites exactement de la même manière que celles décrites précédemment pour l'étude de l'action de l'électrolyse sur le térébenthène ([2]).

» 65^{cc} d'alcool, additionnés de 15^{cc} d'un mélange parties égales d'eau et d'acide sulfurique, auxquels on ajoute 20^{cc} de benzine, sont soumis à l'action d'un courant produit par 5 éléments Bunsen.

» Au pôle négatif se dégage de l'hydrogène, tandis que l'électrode positive, sur laquelle aucun gaz n'apparaît, se recouvre d'une matière noire goudronneuse, qui vient se rassembler à la partie inférieure du flacon.

» Au bout de deux jours, toute la benzine se trouvant dissoute dans la liqueur alcoolique, qui a pris une teinte brune très prononcée, on arrête l'expérience.

» Après avoir réuni ainsi une quantité suffisante de liquide, on y ajoute deux ou trois fois son volume d'eau, ce qui détermine la séparation d'une couche huileuse noire, qu'on isole du liquide inférieur.

» Le liquide surnageant, agité avec un excès de lessive de soude, laisse remonter la benzine qui a échappé à la réaction, simplement mélangée d'un peu d'acétate d'éthyle provenant de l'électrolyse de l'alcool. Quant à la liqueur alcaline, saturée par un excès d'acide, elle laisse déposer une forte proportion d'une matière résineuse brune, solide et friable.

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 872 et 1426; 1880.

([2]) *Action de l'électrolyse sur le térébenthène* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 531).

» Le liquide aqueux, séparé de la benzine, après avoir été saturé par de la craie, est filtré et soumis à l'évaporation pour chasser l'alcool. On le décolore en partie sur du noir animal, puis on y ajoute une solution d'acétate de plomb. On filtre pour séparer le précipité formé, puis à la partie filtrée on ajoute de nouveau de l'acétate de plomb et de l'ammoniaque. On obtient ainsi un abondant précipité qu'on recueille sur un filtre et qu'on lave, puis qu'on décompose par un courant d'hydrogène sulfuré après l'avoir mis en suspension dans l'eau. On filtre pour séparer le sulfure de plomb, et la liqueur filtrée est soumise à l'évaporation jusqu'à consistance sirupeuse. Par le refroidissement, il se forme un magma cristallin qu'on agite à plusieurs reprises avec de l'éther. Celui-ci, soumis à l'évaporation, laisse alors déposer des cristaux jaunâtres d'un nouveau corps, qui, purifié par quelques cristallisations dans l'eau, se présente sous forme de longues aiguilles incolores.

» Ce nouveau corps doit être considéré comme un glycol secondaire $C^6H^6(OH)^2$ ou *isobenzoglycol*. Soumis à l'analyse, il a donné les résultats suivants :

		$C^6H^6(OH)$ exige :
C	64,55	64,29
H	7,15	7,14
O	»	28,57
		100,00

» Il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

» Il fond à 171°. Vers 200°, il commence à se sublimer en se décomposant. Sa solution réduit la liqueur cupro-potassique avec formation d'un précipité rouge d'oxyde de cuivre; elle précipite le nitrate d'argent, et, si l'on ajoute de l'ammoniaque, on obtient une abondante réduction d'argent métallique; chauffée légèrement avec une solution étendue de potasse caustique, elle brunit fortement.

» L'isobenzoglycol ne précipite ni l'acétate ni le sous-acétate de plomb, mais donne avec l'acétate de plomb ammoniacal un abondant précipité. Traité par l'acide nitrique étendu de deux fois son volume d'eau, il s'oxyde à chaud en dégageant des vapeurs nitreuses; par évaporation de la liqueur, on obtient des cristaux d'acide oxalique.

» Chauffé en tube scellé avec de l'acide acétique cristallisable, il n'est pas attaqué; mais, si on le chauffe à 140° avec de l'anhydride acétique, on obtient un liquide incolore qui, par addition d'eau, laisse déposer des

cristaux brillants insolubles d'isobenzoglycol diacétique $C^6H^6(OC^2H^3O)^2$, dont l'analyse a donné les résultats suivants :

		$C^6H^6(OC^2H^3O)_2$ exige :
C	61,7	61,22
H	6,3	6,12
O	»	32,66
		100,00

» Cet éther est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther.

» Il fond à 121°. Vers 300°, il entre en ébullition.

» Les expériences précédentes confirment bien la fonction d'alcool secondaire diatomique que j'ai attribuée à ce nouveau corps. On ne peut, du reste, comprendre sa formation qu'en admettant que 2^{mol} d'oxyhydryle se sont fixées sur la benzine. Or, d'après la constitution de cette dernière, donnée par M. Kékulé, ce corps doit nécessairement renfermer deux groupes CHOH, caractéristiques des alcools secondaires.

» Je crois en outre devoir faire remarquer les propriétés réductrices de ce nouvel alcool, qui le rapprochent de la classe des glucoses, spécialement de la phénose, qui paraît du reste constituer la partie sirupeuse qui l'accompagne, et sur laquelle j'aurai à revenir dans l'étude que j'ai entreprise de l'action de l'électrolyse sur le toluène. »

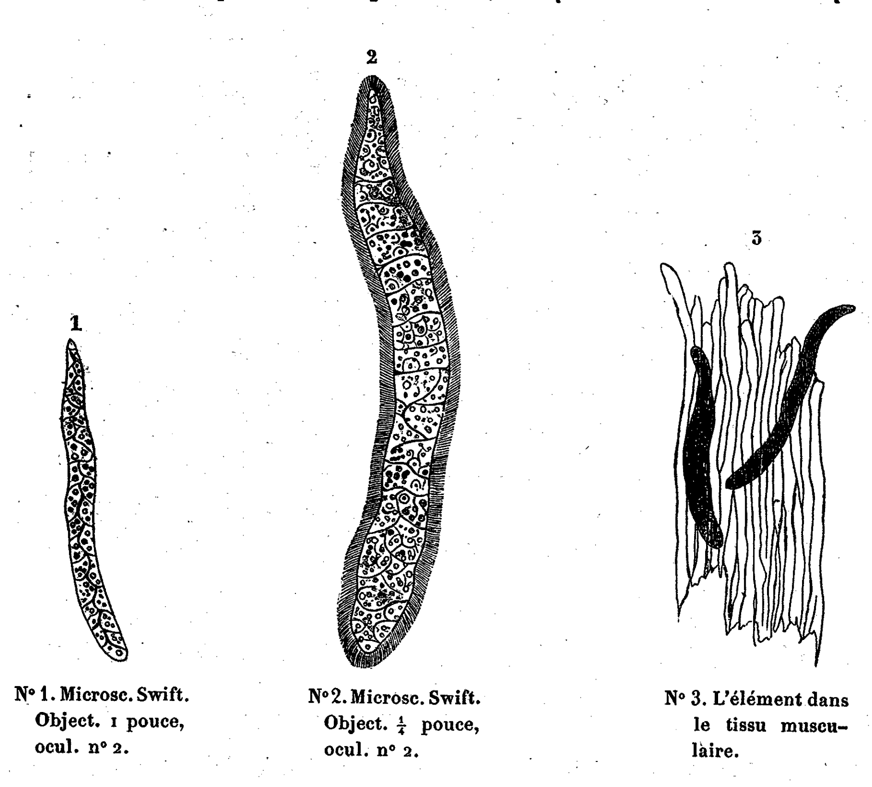
HYGIÈNE. — *Sur une altération particulière de la viande de boucherie.* Note de M. **Poincaré**.

« En examinant une série de viandes refusées à l'abattoir de Nancy, j'ai rencontré, dans plusieurs spécimens, des éléments hétérogènes qui m'ont paru être constitués par des parasites non encore signalés, et mériter d'attirer l'attention des helminthologistes.

» Ces éléments (mot que j'emploie afin de ne préjuger en rien de leur nature) sont enchâssés, sans la moindre enveloppe kysteuse, entre les fibres musculaires, mais d'une façon tellement intime, qu'au premier abord ils paraissent même occuper une zone de la cavité du sarcolemme; mais, en les isolant par dilacération, on constate facilement leur indépendance. Du reste, pour beaucoup, cet isolement s'opère spontanément. En quelques heures, on voit les éléments émerger de plus en plus sur les bords de la coupe et finir par s'en détacher. Ce résultat ne saurait être attribué

à une véritable migration naturelle. Il s'agit plutôt d'une énucléation, œuvre du retrait éprouvé par le tissu musculaire, d'autant plus que le fait s'observe presque exclusivement après l'emploi du picro-carminate ou du carmin.

» L'élément est cylindrique et présente deux extrémités coniques, dont l'une est toujours plus effilée que l'autre. Il possède une cuticule parfaite-



N° 1. Microsc. Swift. Object. 1 pouce, ocul. n° 2.

N° 2. Microsc. Swift. Object. $\frac{1}{4}$ pouce, ocul. n° 2.

N° 3. L'élément dans le tissu musculaire.

ment appréciable à un fort grossissement. Il existe un grand nombre de lignes transversales, longitudinales et obliques qui semblent circonscrire de larges cellules. Au delà, on n'aperçoit qu'une masse granuleuse; il m'a été impossible jusqu'ici de constater des traces d'organisation intérieure.

» Les proportions moyennes sont $0^{mm},05$ comme largeur et $0^{mm},28$ comme longueur; mais on peut dire que la taille générale varie beaucoup et qu'on a toujours sous les yeux des représentants des différentes périodes de croissance. Les plus grands sont souvent contournés et peuvent même affecter la forme de nœud, que présentent parfois les lombrics.

» Malgré le défaut d'organisation et l'état purement granuleux de la masse intérieure, il me paraît impossible de voir là une simple altération

pathologique du tissu musculaire, en raison de la forme générale qui se montre constamment la même, en raison aussi de l'indépendance vis-à-vis des fibres. Quoique ces éléments n'aient même pas une organisation suffisante pour être considérés, sans contestation, comme des embryons d'helminthes, et quoiqu'ils présentent une certaine analogie avec les grégarines, comme j'ai rencontré des éléments semblables dans des muscles de porcs atteints de ladrerie, il est permis de se demander si ce n'est pas là une des phases ou métamorphoses des tænioïdes, et si ce n'est pas par leur intermédiaire que la viande crue de bœuf donne le tænia à tant de malades.

» Mais je n'insiste pas sur ces vues hypothétiques; pour le moment, je désire seulement faire connaître un fait et attirer sur lui l'attention des personnes compétentes. Du reste, pour me former à moi-même une opinion, j'attends le résultat d'expériences actuellement en exécution et ayant pour but d'obtenir, sur des chiens, la reproduction du parasite par voie d'ingestion à l'état cru et d'inoculation. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production du charbon par les pâturages.* Note de M. **Poincaré**.

« Je crois devoir faire connaître immédiatement les premiers résultats d'expériences que je me propose de poursuivre, parce qu'ils se rattachent à la Communication si intéressante que M. Pasteur vient de faire à l'Académie.

» Dans une ferme isolée des environs de Nancy, dix-neuf bêtes à cornes moururent du charbon dans l'espace de trois semaines. M. Tisserand, vétérinaire, ayant remarqué que l'herbe du pré où les animaux de la ferme allaient pâturer était constamment mouillée par un liquide d'apparence marécageuse, pensa que là pouvait se trouver la cause de cette épizootie locale, d'autant plus que l'isolement absolu du troupeau semblait exclure tout autre mode de production. Il engagea le fermier à ne plus mettre ses animaux en pâture. Un autre vétérinaire, consulté, déclara, au contraire, que, pour faire cesser la maladie, le mieux était de ne plus rentrer les bêtes à l'écurie et de les laisser constamment en plein air. L'application de ce dernier conseil donna lieu à trois nouvelles victimes.

» M. Tisserand me remit à la fois de l'eau du pâturage et du sang d'un des animaux morts. J'ai trouvé, dans le premier de ces liquides, des bacté-

ridies semblables à celles que renfermait le sang. Mais j'ai cru devoir surtout recourir au réactif physiologique.

» Le 30 juin 1880, une injection sous-cutanée d'eau de pâturage fut pratiquée sur un cobaye. Il devint malade dans la journée du 2 au 3 juillet et succomba pendant la nuit du 3 au 4. Son sang, examiné au microscope, présenta l'altération parasitaire décrite par Davaine et fut injecté, le 5 juillet, sur un second cobaye, qui mourut, lui, dans la nuit du 5 au 6. L'autopsie et l'examen microscopique vinrent démontrer la nature charbonneuse de l'affection à laquelle il avait succombé. »

HISTOLOGIE. — *Observations sur l'origine des fibrilles dans les faisceaux du tissu conjonctif.* Note de M. Laulanié, présentée par M. Bouley.

« L'origine des fibrilles dans les faisceaux du tissu conjonctif est expliquée jusqu'ici par deux hypothèses contradictoires : celle de la filiation cellulaire et celle de la fibrillation spontanée de la substance fondamentale.

» Les travaux de M. Ranvier paraissent écarter définitivement l'hypothèse allemande de l'origine cellulaire. La fibrillation évidemment indépendante du tissu cartilagineux, la coexistence constante des cellules et des faisceaux connectifs dans le tissu conjonctif embryonnaire, semblent justifier la conclusion à laquelle s'arrête l'éminent histologiste du Collège de France. On pourrait objecter, cependant, que ses observations ont porté sur des tissus dont le développement était déjà avancé. Que si, dans ces conditions, les cellules et les faisceaux paraissent indépendants et n'ont, tout au moins, aucun rapport pouvant témoigner d'une véritable filiation, on peut faire remarquer que c'est là une observation négative qui ne saurait infirmer l'hypothèse d'une filiation antérieure.

» Les faits que j'ai observés tendent à établir que, si les fibrilles ne procèdent pas immédiatement des cellules préexistantes, leur formation est cependant placée sous la dépendance de ces éléments.

» Le tissu qui convient le mieux à ce genre d'observation est le tissu muqueux, répandu à la surface de l'allantoïde. Émanation de la gelée de Warton, ce tissu se continue, d'autre part, avec celui de l'allantoïde qu'il recouvre.

» Pour obtenir des préparations bien démonstratives, on insuffle l'allan-

toïde d'un fœtus de mouton; il est alors facile d'obtenir par arrachement des lamelles très minces que l'on tend sur une lame de verre et que l'on soumet à l'action successive du picro-carminate d'ammoniaque et de la glycérine, en observant les précautions indiquées par M. Ranvier. La préparation laisse voir un grand nombre de cellules rameuses qui, pour la plupart, paraissent jetées sans ordre dans la substance fondamentale; mais en beaucoup de points on les voit manifestement ordonnées en série, de manière à dessiner des fragments de réseau à deux ou trois mailles, ou bien des traînées cellulaires simples ou bifurquées.

» La constitution de ces groupes cellulaires est extrêmement intéressante et se présente dans tous avec les mêmes caractères : les travées des réseaux fragmentaires, les traînées cellulaires sont formées de cellules rameuses paraissant rattachées les unes aux autres par leurs prolongements protoplasmiques et disposées de manière à former de véritables gaînes dans lesquelles se trouvent emprisonnés des cordons de substance fondamentale : il est absolument impossible, même à l'aide des plus forts grossissements, de saisir dans ces portions de substance fondamentale englobées dans les gaînes cellulaires la moindre trace de différenciation en fibrilles. D'autre part, en tenant compte de la forme réticulaire de quelques-uns de ces groupes, on ne peut se défendre de les considérer comme des fragments arrachés aux parties les plus superficielles de l'allantoïde dans lesquelles l'organisation est encore inachevée. D'ailleurs, en examinant des lamelles plus profondes, on trouve à la place de ces réseaux fragmentaires et isolés un très beau réseau parfaitement continu dans toute l'étendue de la préparation et dont les travées ne diffèrent de celles que l'on trouvait éparses dans le tissu muqueux superficiel que par cette circonstance que la substance fondamentale qui les forme a subi la fibrillation. Mais elles sont toujours recouvertes par leur revêtement de cellules à prolongements protoplasmiques. Les cordons de substance homogène ont donc été remplacés par des faisceaux connectifs. Plus profondément, enfin, on découvre le tissu propre de l'allantoïde avec ses travées épaisses et ses mailles circulaires. Cette succession permet d'établir la marche du développement de l'élément fibreux dans l'allantoïde. Examiné dans les couches les plus superficielles, cet élément ne se trahit que par le dessin qu'il affectera plus tard, dessin qui lui est imposé par les cellules dont le groupement et l'ordonnance régulière constituent le fait primitif. Dans une seconde phase, les seules portions de substance fondamentale emprisonnées dans les gaînes cellulaires subiront la fibrillation, et les faisceaux seront formés.

Il y a donc un lien de subordination entre l'apparition des fibrilles et l'arrangement cellulaire, au point qu'il est légitime de conclure que les faisceaux connectifs ne se forment pas indépendamment des cellules, mais que celles-ci en provoquent le développement, non pas par une transformation de leur protoplasma, mais par une élaboration propre exercée sur la substance fondamentale. »

GÉOLOGIE. — *Sur les Échinides des terrains tertiaires de la Belgique.* Note de M. G. COTTEAU, présentée par M. Hébert.

« Nous venons d'étudier et de décrire les Échinides des terrains tertiaires de la Belgique. Les espèces, réparties en dix-sept genres, sont au nombre de trente et une. Cette petite faune, malgré sa pauvreté relative, n'en est pas moins fort intéressante, soit qu'on l'étudie au point de vue stratigraphique, soit qu'on la compare à la faune qui s'est développée dans d'autres pays aux époques correspondantes, soit qu'on examine les espèces au point de vue purement zoologique.

» Sur ces trente et une espèces, vingt-trois appartiennent au terrain tertiaire inférieur ou groupe éocène; quatre d'entre elles se rencontrent dans le système *landénien* : *Holaster Dewalquei*, *Hemiaster nux* et *Vincenti*, *Schizaster Corneti*. Trois sont nouvelles et propres jusqu'ici à la Belgique; une seule, *Hemiaster nux*, était déjà connue et signalée à un niveau plus élevé, en France, dans les couches à *Serpula spiræa* de Biarritz, en Italie, dans le terrain éocène de Vicence et de Vérone, et en Suisse, dans les couches nummulitiques d'Yberg.

» Le système le plus riche en Échinides est le *laékénien*, qui comprend seize espèces dont quelques-unes très abondantes : *Cyphosoma tertiarium* et *Vincenti*, *Caratomus Lehoni*, *Nucleolites approximatus*, *Echinolampas affinis* et *Duponti*, *Pygorhynchus Gregoirei*, *Echinocyamus propinquus* et *gracilis*, *Lenita patellaris*, *Scutellina lenticularis* et *rotunda*, *Brissopsis Bruxellensis*, *Schizaster acuminatus*, *Spatangus pes equulli* et *Maretia Grignonensis*. Cinq de ces espèces, parmi les plus abondantes et les mieux caractérisées, *Pygorhynchus Gregoirei*, *Lenita patellaris*, *Scutellina lenticularis* et *rotunda*, *Maretia Grignonensis*, ont été recueillies dans le calcaire grossier des environs de Paris et établissent la concordance de ces dépôts avec le système *laékénien* de la Belgique. Une espèce, *Echinolampas affinis*, fait défaut dans les environs de Paris, mais se retrouve en France, à Cassel (Nord) et à Blaye (Gironde),

dans l'éocène, et en Suisse dans le terrain nummulitique d'Yberg. Restent dix espèces propres jusqu'ici à la Belgique.

» Huit espèces appartiennent au groupe pliocène, systèmes *diestien* et *scaldisien* : *Cidaris Belgica, Echinus Nysti* et *Colbeaui, Psammechinus sphæroideus, Dewalquei* et *Cogelsi, Echinocyamus Forbesi* et *Schizaster Scillæ*. Les deux dernières seulement ont été signalées en dehors de la Belgique, *Echinocyanus Forbesi,* commun dans le crag rouge du comté de Suffolk, et confondu à tort par Forbes avec l'*Echinocyanus pusillus* des mers d'Europe et le *Schizaster Scillæ* qui caractérise, dans le midi de la France et dans le nord de l'Italie, les marnes pliocènes de Perpignan, de Nice et d'Asti.

» Plusieurs de ces espèces, éocènes ou pliocènes, méritent, au point de vue zoologique, une mention particulière. Nous citerons en première ligne l'*Holaster Dewalquei* du système *landénien*; c'est la première fois que le genre *Holaster,* si abondamment répandu dans les différents étages du terrain crétacé, a été rencontré dans le terrain tertiaire. Cette espèce, bien que la dernière venue dans la série, présente parfaitement tous les caractères du type; elle est remarquable par sa grande taille, par son aspect régulièrement cordiforme, par sa face supérieure renflée et subgibbeuse, par son sillon antérieur anguleux et très profond. M. Manzoni a déjà signalé dans le terrain tertiaire des environs de Bologne une espèce très voisine de l'*Holaster Dewalquei,* mais cependant distincte, l'*Hemipneustes Italicus*. Nous citerons également le *Caratomus Lehoni,* du système *laékénien* de Saint-Gilles, espèce très curieuse, différente des vrais *Caratomus* par la structure des aires ambulacraires antérieures et la forme de son péristome. Mentionnons encore l'*Echinus Colbeaui,* que nous ne connaissons qu'à l'état de moule intérieur, mais qui se distingue de ses congénères par sa grande taille, par sa forme subconique, par sa face inférieure pulvinée et arrondie sur les bords, et par son péristome s'ouvrant dans une dépression bien marquée de la face inférieure. N'oublions pas le *Spatangus pes equuli,* spécial au terrain éocène de Belgique et qu'on reconnaîtra toujours facilement à sa forme élevée, hémisphérique, à sa face inférieure plane et tranchante sur les bords, à son sillon antérieur très profond et caréné sur les bords. »

M. VULPIAN fait hommage à l'Académie, au nom de M. *E. Pelikan,* président du Conseil médical de Saint-Pétersbourg, et de M. *J. Trapp,*

membre du même Conseil, d'un Ouvrage écrit en langue russe et intitulé : « Pharmacopée russe ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juillet 1880.

Ministère de l'Instruction publique. Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart; année 1878. III : *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°.

Comparaison des ceintures et des membres antérieurs et postérieurs dans la série des Vertébrés; par Arm. Sabatier. Montpellier, Coulet; Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1880; in-4°.

Traité de Climatologie médicale; par le Dr H.-C. Lombard. Paris, J.-B. Baillière, 1877-1880; 4 vol. in-8°.

Climatologie médicale. Atlas de la distribution géographique des maladies dans leurs rapports avec les climats; par le Dr H.-C. Lombard. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-4°.

(Ces deux Ouvrages sont présentés par M. Bouillaud pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1881.)

Annales de la Société de Médecine de Saint-Étienne et de la Loire. Compte rendu de ses travaux; t. VII, IIIe Partie, année 1879. Saint-Étienne, impr. J. Pichon, 1879; in-8°.

L'oxyde de fer et le Phylloxera; par M. Ed. Pierre. Paris, P. Dupont, 1879; opuscule in-4°.

Étude sur divers cas singuliers du mouvement d'un point matériel; par M. Gascheau. Toulouse, impr. Douladoure, sans date; opuscule in-folio.

Théorie complète des occultations à l'usage spécial des officiers de marine et des astronomes; par M. C. Berry. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°. (Adressé au Concours du prix Valz.)

La Musique. Part égale du D^r Fr. Ricard *devant le monde savant.* Paris, impr. Bécus, 1880; in-8°.

Nouveau système de pointage applicable aux bouches à feu rayées et aux armes à feu portatives de toute nature; par M. PH. DE BROCA. Nantes, impr. Mangin et Giraud, 1875; br. in-8°.

A. CIVIALE. *Voyages photographiques dans les Alpes.* Paris, J. Rothschild, 1880; Carte in-8° reliée.

Ornitologia della Papuasia e delle Molucche di T. SALVADORI. Parte prima. Torino, Stamp. reale, 1880; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 JUILLET 1880.

Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales. Assises régionales agricoles et scientifiques. Compte rendu. Perpignan, Ch. Latrobe, 1880; in-8°.

Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales; t. XXIV. Perpignan, impr. Ch. Latrobe, 1880; in-8°.

Notions sur les premiers secours à donner aux blessés sur le champ de bataille et sur quelques maladies ou accidents nécessitant des secours immédiats; par M. E. LONGET. Sans lieu ni date; br. grand in-8° autogr. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Les fibromes utérins au point de vue de la grossesse et de l'accouchement; par le Dr R. LEFOUR. Paris, O. Doin, 1880; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1881.)

D^{r} L'HUILLIER. *De l'application des lois de l'Acoustique à l'étude des maladies du cœur, etc.* Paris, Berger-Levrault, 1880; in-8°.

Note sur le Breyeria Borinensis; *par* A. PREUDHOMME DE BORRE. Bruxelles, 1879; opuscule in-8°. (Extrait des *Comptes rendus de la Société entomologique de Belgique.*)

Les produits chimiques pyrogénés dérivés du bois; par A. BRESSON. Paris, A. Quantin, 1879; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des industries et des sciences chimiques et agricoles.*)

Revue des fossiles landeniens décrits par de Ryckholt; par G. DEWALQUE. Bruxelles, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société géologique de Belgique.*)

M. E. TRÉLAT. *Le fer dans les mains de l'architecte.* Paris, Chaix, 1879; opuscule in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; VIIIe Série, t. II, 1er semestre. Toulouse, impr. Douladoure, 1880; in-8°.

Table alphabétique des matières contenues dans les dix Volumes de la VIIe série (1869-78) *des Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, suivie de la Table générale des auteurs.* Toulouse, impr. Douladoure, 1880; in-8°.

Methods and results measurements of gravity at initial stations in America and Europe. Appendix n° 15. *Report of* 1876. Washington, Government printing Office, 1879; in-4°.

Il binomio di Newton; per J. CAMELETTI. Genova, tipogr. dei R. Istituto Sordo-Muti, 1880; br. in-8°.

Parte chimica di un caso di perizia per sospetto veneficio. Storia e considerazioni; per F. CIOTTO. Padova, Stabil. Prosperini, 1880; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUILLET 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. de Quatrefages adresse à M. le Président la Lettre suivante :

« M. Milne Edwards a présenté récemment à l'Académie le dernier Volume de ses « Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparées de » l'homme et des animaux ».

» Quelques anciens élèves de notre illustre confrère ont pensé pouvoir saisir cette occasion, pour offrir un témoignage public de reconnaissance au maître que ses travaux ont placé depuis bien des années à la tête des sciences zoologiques. Il s'est rapidement formé un Comité, composé : de M. Dumas, secrétaire perpétuel ; des Membres de la Section de Zoologie de l'Académie des Sciences ; de tous les professeurs de Zoologie, d'Anatomie et de Physiologie de nos grands établissements d'instruction publique (Collège de France, Muséum, Faculté de Médecine et Faculté des Sciences) et de M. Masson, éditeur des œuvres de M. Milne Edwards.

» Au nom de ce Comité, j'ai l'honneur de demander à l'Académie de vouloir bien autoriser l'ouverture, dans ses bureaux, d'une souscription

dont le produit sera employé à faire frapper une médaille à l'effigie du doyen des zoologistes français.

» Permettez-moi, Monsieur le Président et bien honoré confrère, de vous prier de présenter cette requête à l'Académie, et veuillez agréer l'expression de mon respectueux dévouement. »

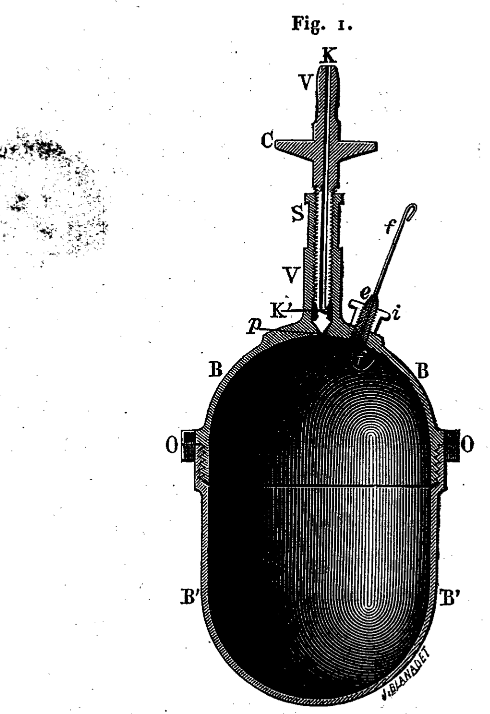
M. le **Secrétaire perpétuel** pense que l'Académie, qui a suivi avec une si vive sympathie les travaux que notre illustre confrère a consacrés à son œuvre monumentale, saisira avec empressement l'occasion de manifester l'importance qu'elle attache à la voir si heureusement terminée.

L'Académie décide qu'une liste de souscription sera ouverte, à ce sujet, au Secrétariat de l'Institut.

THERMOCHIMIE. — *Appareils pour mesurer la chaleur de combustion des gaz par détonation;* par M. **Berthelot**.

« Voici les figures des appareils que j'ai employés pour déterminer la

Fig. 1.



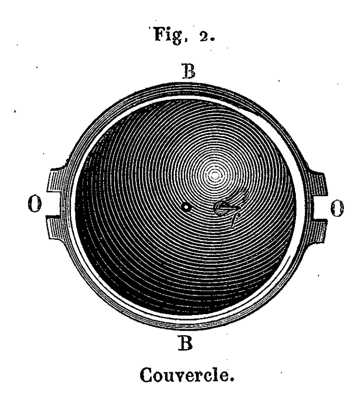
Bombe calorimétrique (coupe).

chaleur de formation des oxydes de l'azote, du cyanogène, de l'acide

cyanhydrique, des principaux carbures gazeux, de l'éther méthylique et des alcalis organiques (ce Recueil, t. XC, 781, 783, 1240; t. XCI, 79, 139).

» La *fig.* 1 représente la bombe calorimétrique qui a servi à la plupart de mes mesures. Sa capacité est de 218^{cc}; sa valeur en eau de 51^{gr}. Elle est formée d'un récipient B'B' et d'un couvercle BB (*fig.* 2), assemblés par un

Fig. 2.



Couvercle.

pas de vis muni d'oreilles OO; tous deux en tôle d'acier épaisse de $2^{mm},5$. Ils ont été recouverts à l'intérieur, par la galvanoplastie, d'une très épaisse couche d'or, pesant 22^{gr} environ, laquelle a résisté à toutes les détonations. Le couvercle porte latéralement un ajutage d'ivoire isolant *i*, traversé par un fil de platine *ff*, par lequel on fait passer l'étincelle électrique. Les gaz sont introduits et extraits avec le concours d'une pompe à mercure, combinée avec un appareil analogue à l'eudiomètre Regnault, mais d'une plus grande capacité : on procède à cette introduction par un orifice *p*, obturé à volonté par la vis VV, munie d'une tête C et d'un canal KK'.

» La *fig.* 3 montre la bombe calorimétrique en place, au sein du calorimètre, avec ses supports et les robinets de verre à trois voies, destinés à sa manœuvre (¹).

M. Golaz a aussi construit pour moi un autre appareil d'une forme analogue, doublé intérieurement avec une feuille de platine épaisse; la vis et le tube qu'elle traverse sont entièrement en platine, ce qui permet d'y faire passer du chlore, des gaz sulfurés ou des gaz acides. La construction de cette vis de platine est un vrai chef-d'œuvre d'exécution.

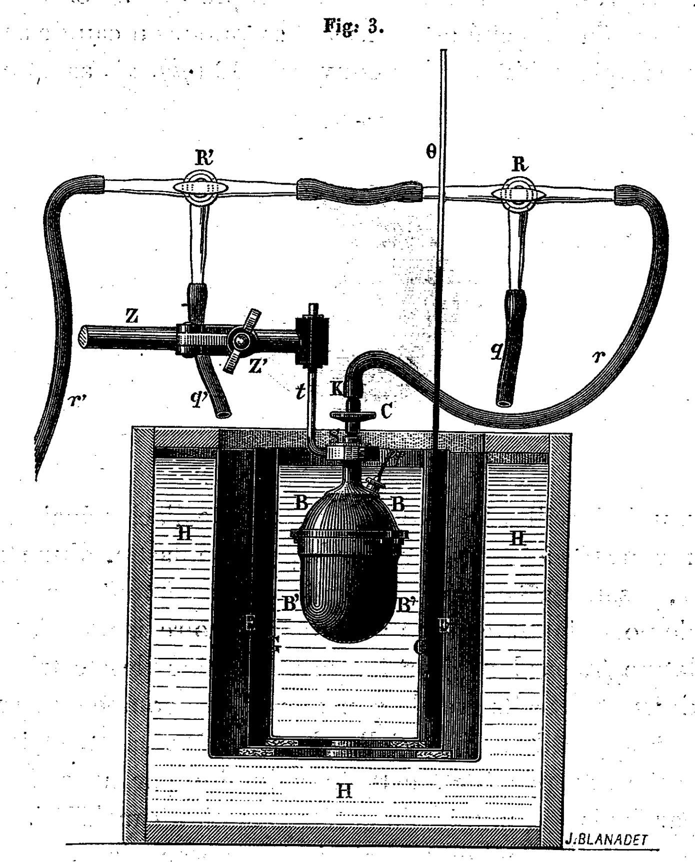
» Donnons le dessin de cet appareil complet (*fig.* 4). La *fig.* 5 représente le récipient séparé; la *fig.* 6, le couvercle muni de sa vis obturatrice; la *fig.* 7, la pièce de serrage FF du couvercle; enfin la *fig.* 8, l'écrou auxi-

---

(¹) Le thermomètre a été figuré, par erreur, en dehors du calorimètre, au lieu du dedans.

liaire R, pourvu de deux goupilles a', a', destiné à serrer la pièce précédente. Cet écrou ne fait pas partie de l'appareil immergé dans le calorimètre.

Fig. 3.



Bombe suspendue dans le calorimètre.

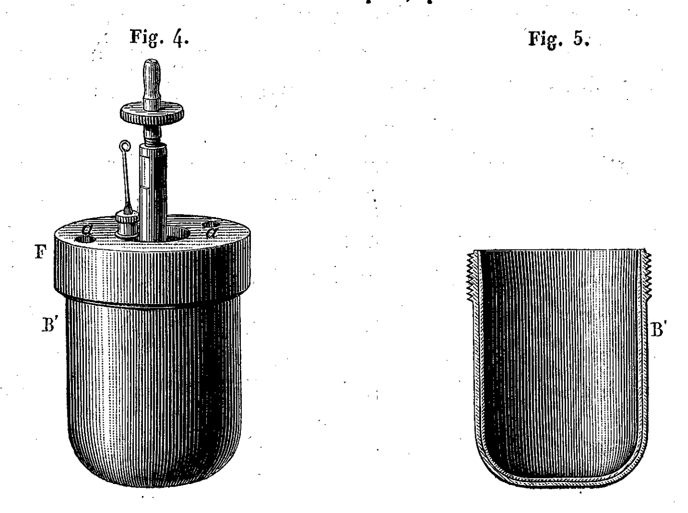
» Ce second appareil a une capacité intérieure égale à 258^{cc}; il renferme 662^{gr} de platine et 419^{gr} d'acier et vaut, en eau : $70^{gr},4$.

» J'en ai combiné les dimensions, de façon à le faire fonctionner dans mon calorimètre de 1^{lit}, renfermant 500^{gr} d'eau.

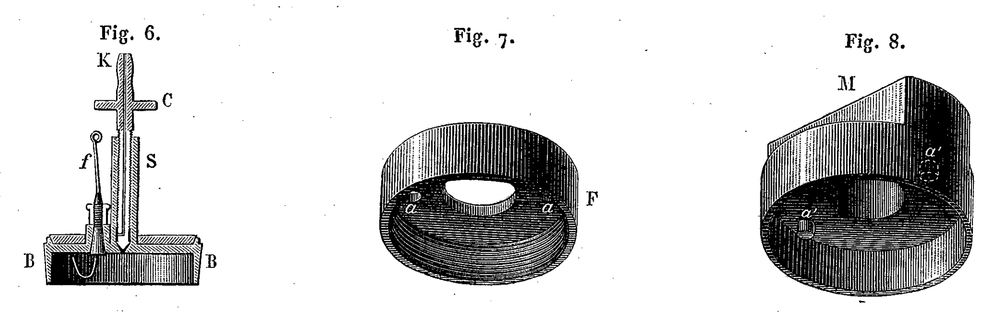
» Plus de 120 détonations ont été effectuées dans ces instruments, grâce au concours dévoué et au zèle scientifique de M. Ogier; je dois l'en remercier ici publiquement. Aucun accident ne s'est produit au sein des instruments eux-mêmes, malgré la grandeur des pressions subites développées pendant les détonations.

» Je dois cependant prévenir les opérateurs que nous avons observé deux fois *l'explosion spontanée des mélanges gazeux*, pendant qu'on les agitait

dans des vases clos et très secs, avec du mercure. Cet accident fort grave, dont je ne connais aucun autre exemple, paraît dû à des étincelles élec-



triques intérieures, produites par suite du frottement du mercure sur le verre des flacons, ceux-ci étant tenus à la main et réalisant des conditions



de condensation analogues à celles de la bouteille de Leyde. J'ai entrepris des expériences spéciales pour pouvoir en préciser les circonstances et les reproduire à volonté. »

CHIMIE. — *Sur la dissolution du chlore dans l'eau*; par M. **Berthelot**.

» 1. L'eau dissout des proportions de chlore, qui varient à une même température avec la durée du contact et l'intensité de la lumière : ainsi j'ai trouvé, vers 12°, que 1^{lit} d'eau pure a dissous tout d'abord, par saturation dans une atmosphère de chlore pur, sous la pression ordinaire : $4^{\text{gr}},0$; ce qui

paraît répondre à la vraie solubilité; puis, en prolongeant très longtemps l'action, on a obtenu $6^{gr},0$ (¹). Ces variations sont dues à la décomposition lente de l'eau et à la formation des oxacides de chlore : c'est en raison de cette décomposition que Pelouze a pu trouver jusqu'à $8^{gr},2$ à 10°; le nombre réel qui répond à la solubilité proprement dite du chlore dans l'eau étant probablement moitié moindre.

» 2. Les variations dans la chaleur dégagée par la dissolution dans l'eau d'un même poids de chlore, soit $35^{gr},5$, ne sont pas moins considérables; car cette chaleur peut varier, d'après mes anciennes mesures (*Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. V, p. 322 à 326), de $+1^{Cal},50$ à $+3^{Cal},77$. Le premier chiffre répond à une simple dissolution, le second à une décomposition de l'eau par le chlore.

» La chaleur dégagée par la formation de l'acide hypochloreux :

$$Cl^2 + nHO = ClO \text{ dissous} + HCl \text{ dissous} + (n-1)HO,$$

serait $+1,9 \times 2$;

» Par la formation de l'acide chlorique : $+2,0 \times 6$;

» Par celle des acides chloreux ou hypochlorique, elle est inconnue, mais moindre assurément que la chaleur dégagée par le déplacement de l'oxygène, laquelle répond au maximum :

$$Cl + nHO = HCl \text{ étendu} + O \text{ dégage} : +4,8;$$

ce dernier déplacement se produit à froid seulement sous l'influence de la lumière solaire directe; il a aussi lieu avec le concours d'une haute température [2].

» 3. Le déplacement de l'oxygène par le chlore s'effectue bien plus nettement avec le bioxyde d'hydrogène, comme MM. Brodie et Schöne l'ont observé : réaction qui a donné lieu à des interprétations singulières, mais que la Thermochimie explique très simplement. En effet,

$$Cl + HO^2 \text{ étendue} = HCl \text{ étendu} + O^2, \text{ dégage} : +15,6;$$

au lieu de $+4,8$; c'est-à-dire que la chaleur due à la décomposition propre de l'eau oxygénée concourt au phénomène. Or c'est un fait général que

(¹) Les titrages ont été faits sur chaque échantillon par deux méthodes différentes et qui se contrôlent : au moyen de l'acide arsénieux d'une part; au moyen de l'iodure de potassium, puis de l'acide sulfureux d'autre part.

(²) Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 500.

les réactions s'effectuent à une température plus basse et dans un temps plus court, toutes choses égales d'ailleurs, lorsqu'elles ont lieu avec le concours d'une action auxiliaire dégageant par elle-même de la chaleur (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 455, 456, 686).

» 4. Le chiffre maximum, $+ 3^{Cal},77$, observé dans la réaction directe de $1^{éq}$ de chlore, Cl, sur l'eau surpasse notablement la chaleur dégagée par la formation des acides hypochloreux (+ 1,9) et chlorique (+ 2,0); ce qui m'a engagé à chercher l'origine de cet excès dans quelque réaction jusqu'ici inconnue.

» J'ai été confirmé dans cette vue par le souvenir d'anciennes expériences, consignées dans mes cahiers, et dans lesquelles $2^{éq}$ de chlore gazeux, Cl^2, dissous dans la potasse étendue (employée en excès), puis additionnés d'une quantité d'acide chlorhydrique étendu équivalente strictement à la potasse, ont fourni un excès thermique égal à $+ 2,9 \times 2$, par rapport à la chaleur de formation du chlorure de potassium; au lieu de $+ 1,5 \times 2$, qui auraient dû répondre à la simple dissolution du poids de chlore employé. Ces chiffres montrent qu'il n'est pas exact d'admettre que l'acide hypochloreux et l'acide chlorhydrique dissous régénèrent purement et simplement du chlore : il se forme aussi d'autres composés.

» J'en ai poursuivi l'étude, en mesurant les quantités de chlore qui peuvent être dissoutes dans les solutions salines ou acides, et la chaleur dégagée simultanément.

» 5. Dans les solutions concentrées des chlorures terreux, la solubilité du chlore est moindre que dans l'eau. Pour 1^{lit} de liqueur :

				gr
CaCl + 15HO, vers 12°, saturé de chlore, a dissous			......	+ 2,45
MgCl + 15HO	»	»	......	+ 2,33
MnCl + 11HO	»	»	......	+ 2,0

La chaleur dégagée a été mesurée avec la dernière liqueur; elle s'élevait seulement à $+ 2^{Cal},2$ pour $35^{gr},5$ de chlore dissous : chiffre qui ne s'écarte pas beaucoup de celui obtenu dans l'eau pure (+ 1,5). Ces nombres sont peu favorables à l'hypothèse du perchlorure de manganèse; je reviendrai d'ailleurs sur le chlorure de manganèse et sur son altération lente par le chlore.

» 6. La solubilité du chlore dans les solutions des chlorures terreux augmente avec la dilution. Du moins, la solution précédente de chlorure de magnésium, ayant été étendue avec dix fois son volume d'eau, a dissous jusqu'à $5^{gr},5$ de chlore par litre. La formation consécutive des oxacides du

chlore dans ces liqueurs étendues s'opère à peu près comme dans l'eau pure.

» 7. Le chlore se comporte tout autrement en présence de l'acide chlorhydrique concentré; car il s'y dissout beaucoup plus abondamment que dans l'eau, et avec un dégagement de chaleur plus considérable.

» 1^{lit} d'une solution aqueuse saturée de gaz chlorhydrique (38 pour 100 environ) a dissous 7^{gr}, 3 de chlore.

» 1^{lit} d'une solution renfermant un tiers environ de HCl a dissous jusqu'à 11^{gr}, 0 de chlore. Cette dernière liqueur était fortement colorée d'une nuance orangée et rappelait les solutions d'acide chloreux. La teinte persistait encore au bout de deux mois.

» Avec une liqueur plus diluée, on a observé des chiffres moindres.

» 1^{lit} d'une solution, renfermant seulement 3 pour 100 de H Cl, a dissous 6^{gr}, 5 de chlore, nombre qui se rapproche de l'eau pure.

» La chaleur dégagée a été mesurée spécialement avec une liqueur qui répondait à la composition $HCl + 9,1HO$. On a dissous dans 1^{lit} de cette liqueur successivement 2^{gr}, 48 et 4^{gr}, 15 de chlore: en tout 6^{gr}, 63. La quantité de chaleur dégagée par la première fraction, ramenée par le calcul à 36^{gr}, 5 de chlore, était de $+ 4^{Cal}, 8$; par la deuxième fraction, $+ 4^{Cal}, 4$; en moyenne, $+ 4^{Cal}, 7$.

» Ces chiffres surpassent, non seulement la chaleur dégagée par la simple dissolution du chlore dans l'eau (+ 1, 5), mais aussi par la formation des oxacides du chlore; ils atteignent même la chaleur dégagée par le déplacement de l'oxygène (+ 4, 8), déplacement qui n'a pas lieu cependant dans ces conditions. La formation des oxacides du chlore est d'ailleurs difficile à admettre, d'après les idées reçues, en présence d'un si grand excès d'acide chlorhydrique, lequel doit tendre à les décomposer.

» 8. Ainsi la solubilité du chlore dans l'acide chlorhydrique concentré peut aller à un poids triple de la solubilité normale du chlore dans l'eau pure; et la chaleur dégagée par chaque unité de poids du chlore ainsi dissous dans l'acide chlorhydrique est triple de la quantité analogue observée dans l'eau. Ces faits conduisent à soupçonner la formation d'une combinaison particulière entre le chlore et l'acide chlorhydrique. A ce point de vue, les rapprochements suivants sont dignes d'intérêt.

» La fixation de Cl^2 sur le protochlorure d'iode ICl, qu'il change en trichlorure :

$$ICl \text{ solide} + Cl^2 \text{ gaz} = ICl^3 \text{ solide, dégage} \ldots\ldots\ldots \quad + 9^{Cal}, 6$$

» La fixation de I^2 gazeux sur l'iodure de potassium, changé en triiodure :

KI solide $+ I^2$ gaz $= KI^3$ solide, dégage		$+10,8$
KI dissous $+ I^2$ gaz $= KI^3$ dissous, dégage, suivant la concentration, de	$+10,5$ à	$+10,0$

» La fixation de Br^2 gazeux sur le bromure de potassium

KBr solide $+ Br^2$ gaz $= KBr^3$ solide, dégage...	$+10,9$
KBr dissous (concentré) $+ Br^2$ gaz $= KBr^3$ dissous	$+11,5$

» Or, d'après les chiffres trouvés plus haut, on aurait

HCl dissous $+ Cl^2$ gaz $= HCl^3$ dissous.................... $+9,4$

» Toutes ces valeurs sont voisines et elles s'accordent, je le répète, avec l'accroissement de solubilité du chlore dans l'acide chlorhydrique pour faire admettre l'existence d'un perchlorure d'hydrogène, probablement un *trichlorure d'hydrogène,* d'après les analogies. Ce composé ne pourrait exister d'ailleurs qu'en présence d'un grand excès d'acide, c'est-à-dire à l'état dissocié.

» Je rappellerai ici que les solutions concentrées d'acide bromhydrique dissolvent le brome en abondance; de même l'iode, dans les solutions iodhydriques. Le gaz iodhydrique même, se décomposant spontanément à la température ordinaire, fournit un periodure d'hydrogène liquide. Ces composés rappellent encore les arséniure et phosphure d'hydrogène solides et saturés de phosphore et d'arsenic, aussi bien que les persulfures et les peroxydes d'hydrogène. Tous ces corps semblent engendrés de la même manière, par suite de l'accumulation de l'élément négatif dans les combinaisons hydrogénées et conformément à la loi des proportions multiples. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur la théorie des Sinus des ordres supérieurs;* par M. YVON VILLARCEAU.

« Les m fonctions $\varphi_\mu x$ de l'ordre $m-1$ se distinguent par l'indice μ, indice dont les valeurs fixent le rang du sinus et donnent lieu à la suite $\varphi_0 x, \varphi_1 x, \varphi_2 x, \ldots, \varphi_{m-1} x$. En disposant ces fonctions circulairement, on aura, aux environs de l'indice zéro,

$$\ldots, \varphi_{m-2}x, \varphi_{m-1}x, \varphi_0 x, \varphi_1 x, \varphi_2 x, \ldots$$

» S'il ne s'agissait que de distinguer le sinus que l'on veut considérer,

on pourrait évidemment supprimer la lettre m aux indices qui la contiennent, et la suite précédente deviendrait

$$\ldots,\ \varphi_{-2}x,\ \varphi_{-1}x,\ \varphi_0 x,\ \varphi_1 x,\ \varphi_2 x,\ \ldots,$$

suite qui, étendue indéfiniment dans les deux sens, aurait l'avantage d'offrir des indices en progression arithmétique.

» L'usage que j'ai fait des fonctions $\varphi_\mu x$ m'a suggéré l'idée d'étendre les valeurs des indices μ à des nombres entiers quelconques, positifs ou négatifs, de sorte que l'on puisse supprimer l'emploi du double signe $\pm$ dans l'expression des théorèmes concernant les deux genres de sinus, *hyperbolique* et *elliptique*, et réduire ainsi chaque système de deux théorèmes à une formule unique. Cette extension ne nécessite aucune précaution particulière quand les sinus appartiennent au genre *hyperbolique*; il en est autrement dans l'autre cas. Il est nécessaire de préciser la signification des fonctions $\varphi_\mu x$ (qui deviennent alors $f_\mu x$), quand les valeurs de μ sont en dehors des limites indiquées plus haut. Le point de départ des conventions à établir, dans ce cas, est dans la relation conventionnelle

$$f_{-\mu}x = -f_{m-\mu}x.$$

» Il résulte de là tout d'abord que, en supposant μ égal à l'un des nombres positifs de la suite $0, 1 \ldots m-1$, on ramènera la fonction $f_{-\mu}x$ à une autre dont l'indice appartienne à cette même suite, si l'on ajoute m à l'indice et que l'on change le signe du résultat. Il n'est pas difficile d'en déduire cette règle que, quel que soit l'indice μ positif ou négatif, on ramènera la fonction $f_\mu x$ à une autre dont l'indice soit un des nombres $0, 1, 2, \ldots, m-1$, moyennant l'addition ou la suppression d'un nombre convenable de multiples nm de m à l'indice μ et l'application du facteur $(-1)^n$ au résultat.

» Moyennant cette convention, les règles pour la différentiation ou l'intégration des sinus du genre *hyperbolique*, règles qui consistent à diminuer ou augmenter l'indice d'une unité et qui ne pouvaient s'appliquer sans restriction aux sinus du genre *elliptique* que pour certaines valeurs de l'indice μ, ces règles, disons-nous, s'appliquent sans restriction aucune aux sinus des deux genres.

» Ayant appelé l'attention de M. J. Farkas sur cette matière, j'ai reçu de ce géomètre une Lettre, dont on trouvera plus loin un extrait [1], où

---

[1] Voir à la Correspondance, page 209 de ce numéro.

les règles relatives à l'emploi des indices quelconques sont démontrées et appliquées à quelques théorèmes généraux.

» Je terminerai cette Note en faisant connaître à l'Académie que M. J. Farkas m'adressait, le 6 juillet, la solution de l'équation différentielle qui fait l'objet de ma Note du 5 juillet, solution que je lui avais communiquée et dont il n'avait pu encore avoir connaissance. « Vous m'avez prévenu, » écrit M. Farkas, et il ne peut y avoir de différence que dans les méthodes » de déduction. » Nos résultats sont, en effet, complètement d'accord [1]. »

COSMOLOGIE. — *Substances adressées au Muséum comme des météorites, avec lesquelles on les a confondues à tort.* Note de M. **Daubrée**.

« Outre des météorites authentiques, dont la collection du Muséum s'enrichit tous les jours, il nous arrive de temps à autre des échantillons de roches terrestres qui sont adressés comme ayant été vus tomber du ciel. Il a paru intéressant d'en former une collection spéciale, qui est déjà assez nombreuse et qui comprend des échantillons de nature minéralogique très variée.

» Ce qui y domine, ce sont des scories d'usine et de pyrite; mais on y voit aussi des minerais de fer, tels que le fer oxydulé ou magnétite, l'oligiste, la limonite de diverses variétés (en rognon ou ætite, en grain ou pisolithique et terreuse), la sidérose pisolithique, mélangée d'une substance charbonneuse, le cobalt arsénical, l'étain métallique en petites paillettes, une roche volcanique décomposée ou wacke, des grès quartzeux micacés, du quartz géodique, du limon noirâtre avec restes de végétaux actuels, du lignite.

» On peut s'étonner d'une pareille réunion. Cependant chaque échantillon est pourvu d'une sorte d'état civil, émanant de personnes de très bonne foi et même, pour plusieurs, habituées à l'observation. La liste des donateurs de ces fausses météorites et des personnes qui nous les ont obligeamment transmises comprend, en effet, les noms de Le Verrier, Becquerel, Antoine Passy, maréchal Vaillant, Sauvage, directeur des chemins de fer de l'Est, Saemann, J. Nicklès, MM. Jules Cloquet, Dr Companyo, Trutat (de

---

(1) Je profite de l'occasion pour rectifier une erreur dans ma Note du 5 juillet. Équations (5) : au lieu de $\varphi_{m-1+\mu}$, il faut lire $\varphi_{m-1-\mu}$.

Toulouse), colonel Gazan, Jules Ray, Abrial, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et Mme la duchesse des Cars.

» Quant à la cause d'une erreur qui, à première vue, paraît si considérable, elle s'explique aisément et tient aux circonstances essentielles du phénomène météoritique.

» Les effets lumineux et acoustiques de la foudre peuvent, dans certains cas, être confondus avec l'explosion des bolides et il est assez naturel qu'une pierre ramassée dans le voisinage d'un point où l'on croit avoir vu tomber le météore soit prise, si elle est différente des roches du pays, pour une masse tombée du ciel. La méprise est d'autant plus facile que, par une illusion inévitable, on se croit toujours à proximité du point de chute, alors même qu'il est distant de kilomètres et de dizaines de kilomètres.

» Cette remarque s'applique au cas d'un bolide ou d'une étoile filante, qui laisse dans le ciel une traînée lumineuse et semble tomber verticalement sur le sol, et c'est ainsi que quelques-uns de nos échantillons ont été ramassés par des personnes qui ont fermement cru observer la place de leur chute.

» Dans un cas, et sans manifestation lumineuse et bruyante, les vêtements de l'observateur ont été saupoudrés tout à coup de paillettes métalliques.

» Enfin il suffit souvent de ramasser sur le sol des pays crayeux ces boules de pyrite radiée, qui proviennent de sa désagrégation et qui en diffèrent complètement, pour que le contraste fasse naître l'idée que les boules sont étrangères au sol et qu'on les prenne pour des *pierres de foudre*, suivant l'expression courante en Champagne et en Normandie. Il en est de même pour les bélemnites, qui gisent éparses sur le sol argileux de contrées jurassiques, et même parfois pour des haches de pierre polie que la charrue fait sortir du sol arable.

» Parmi les conséquences à tirer de ces erreurs, je signalerai notamment la convenance de se tenir sur la réserve, quand il s'agit d'établir la statistique de chutes, dont nous n'avons plus d'échantillons : ceux-ci, en effet, malgré la diversité de leurs types, fournissent la seule preuve décisive de l'authenticité du phénomène.

PHOTOGRAPHIE. — *Note sur les transformations successives de l'image photographique par la prolongation de l'action lumineuse;* par M. J. JANSSEN.

« L'objet de cette Note est simplement de constater, devant l'Académie, l'extension des faits qui concernent le renversement de l'image photographique par la prolongation ou l'augmentation convenable d'énergie de l'action lumineuse.

» En employant la lumière solaire mise en œuvre par nos appareils de Photographie céleste, j'ai pu obtenir les transformations successives suivantes de l'image photographique :

» 1° L'image négative ordinaire;

» 2° Un premier état neutre; la plaque devient uniformément obscure sous l'action du révélateur;

» 3° Une image positive qui succède au premier état neutre [1];

» 4° Un second état neutre, opposé au premier, et où la plaque devient uniformément claire par l'action du révélateur;

» 5° Une seconde image négative, semblable à l'image négative ordinaire, mais en différant par les états intermédiaires dont elle en est séparée et par l'énorme différence d'intensité lumineuse qui est nécessaire pour l'obtenir [2];

» 6° Un troisième état neutre, où l'image négative du second ordre a disparu et se trouve remplacée par une teinte sombre uniforme.

» Ces faits ont été constatés avec des plaques sensibles préparées au gélatino-bromure, au tannin, etc. »

M. CHASLES fait hommage à l'Académie de la deuxième édition de son « Traité de Géométrie supérieure ».

M. DE LA GOURNERIE fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre d' « Études économiques sur l'exploitation des chemins de fer ».

---

[1] Ce premier renversement, dû à la prolongation de l'action de la lumière, avait été constaté en Allemagne, à notre insu, dans ces derniers temps.

[2] Pour obtenir cette image négative du deuxième ordre, il faut une intensité d'action lumineuse de plus de 1 000 000 de fois celle qui donne l'image négative ordinaire.

RAPPORTS.

GÉNIE CIVIL. — *Rapport sur le projet contenu dans les documents déposés par M. de Lesseps, pour l'ouverture d'un canal interocéanique à Panama.*

(Commissaires : MM. Daubrée, Sainte-Claire Deville, amiral Mouchez, baron Larrey, général Favé, Lalanne, de la Gournerie rapporteur.)

PREMIÈRE PARTIE.

LE CANAL DE SUEZ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« En 1854, lorsque Mohammed-Saïd eut donné à M. Ferdinand de Lesseps la concession du canal de Suez à la Méditerranée, cette œuvre sortit de la voie incertaine où elle était engagée.

» Des ingénieurs éminents appartenant à toutes les nations maritimes se réunirent sur l'appel que leur adressa notre compatriote et arrêtèrent les bases de l'entreprise. M. de Lesseps fit adopter son idée capitale, d'un canal à niveau, véritable bosphore que les vaisseaux devaient franchir sans retards et sans difficultés. En second lieu, il fut décidé que, du côté de la Méditerranée, le canal ne serait pas dirigé vers un port existant, mais qu'on en construirait un pour lui sur le littoral de l'isthme. Plus tard on reconnut la nécessité d'ouvrir une rigole amenant des eaux dérivées du Nil sur les terrains où le canal devait être établi, pour les rendre immédiatement habitables et pour assurer dans la suite l'aiguade des navires.

» Lorsque les études générales furent terminées, M. de Lesseps les soumit à l'Académie, qui confia leur examen à une Commission composée de Charles Dupin, Cordier, Élie de Beaumont, Dufrénoy et du Petit-Thouars. Dupin lut le Rapport dans la séance du 2 mars 1857. Après avoir fait l'historique de la question, examiné les détails du projet et recherché ses conséquences probables, il conclut en disant :

« La conception et les moyens d'exécution du canal maritime de Suez sont les dignes apprêts d'une entreprise utile à l'ensemble du genre humain....

» Nous vous proposons de déclarer que les Mémoires présentés par M. Ferdinand de Lesseps, tant en son nom qu'en celui de ses collaborateurs, sont dignes de notre approbation. »

» En 1858, M. de Lesseps présenta divers projets de détail. L'Académie en renvoya l'examen à la même Commission, dans laquelle Clapeyron prit

une place vacante par la mort de Dufrénoy. Le nouveau Rapport, fait par Dupin, conclut à une approbation.

» Le 20 novembre 1869, soixante-sept navires portant 46000 tonnes passèrent de la Méditerranée à la mer Rouge; le canal était ouvert dans des conditions qui permettaient un trafic immense. On pouvait désirer quelques perfectionnements, mais les dispositions générales furent immédiatement considérées comme définitives.

» Attentive aux grandes applications des sciences, l'Académie décerna un prix au très habile ingénieur qui avait organisé l'outillage des chantiers ([1]); plus tard elle a ouvert ses rangs à l'homme désormais illustre qui a été l'âme de l'entreprise.

INDICATIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉTUDES FAITES DANS L'ISTHME DE PANAMA POUR L'OUVERTURE D'UN CANAL.

» *Période de la domination espagnole.* — En Amérique, la nature a opposé à la navigation un obstacle du même genre que celui qui a été si heureusement levé dans le vieux continent. Sous la domination espagnole, lorsqu'il eut été constaté qu'aucun passage naturel n'existe à travers l'isthme qui réunit le Mexique au Darien, on a vaguement conçu divers projets pour y ouvrir un canal, mais il paraît certain que des études sérieuses n'ont pas été entreprises. Notre confrère Alexandre de Humboldt a écrit après de minutieuses recherches :

« Aucune mesure de hauteur, aucun nivellement du sol n'ont jamais été faits dans l'isthme de Panama; ni les archives de Simancas ni celles du Conseil des Indes ne contiennent aucune pièce sur la possibilité de faire des canaux de communication entre les deux mers, et ce serait à tort que l'on accuserait le ministère de Madrid de vouloir cacher des choses dont il n'a jamais eu plus de connaissance que les géographes de Londres et de Paris. » (*Essai politique sur la Nouvelle Espagne,* Supplément.)

» *Projet de MM. Lloyd et Falmarc.* — Bolivar, devenu président de la Colombie, chargea MM. Lloyd et Falmarc de faire les études nécessaires pour l'établissement d'une voie de communication entre les deux océans. Le premier de ces ingénieurs a publié dans le Volume de 1830 des *Transactions philosophiques* de la Société royale de Londres un Mémoire qui contient le résultat de ses recherches.

» A cette époque, le commerce opérait dans les mêmes conditions qu'au

([1]) *Comptes rendus,* 7 juin 1869; Rapport du général Morin au nom de la Commission nommée pour le prix de Mécanique de la fondation Montyon.

siècle dernier : les marchandises expédiées de Panama vers l'Europe étaient portées à dos de mulet, par des sentiers difficiles, à la Gorgona ou à Cruces, puis chargées sur des gabarres à fond plat (*chatas*) ou sur des pirogues (*bongos*), qui se rendaient à Porto-Belo en suivant la rivière de Chagres et la mer. D'après les renseignements donnés par Ulloa, les plus grands de ces bateaux pouvaient porter 35 tonneaux.

» Afin de diminuer les frais du transport, M. Lloyd propose de construire un chemin de fer depuis Panama ou depuis une baie voisine (Chorrera) jusqu'au rio Trinidad, près de son confluent avec le Chagres. Il projette de plus l'établissement dans la baie de Limon d'un port destiné à remplacer Porto-Belo et la construction d'un canal dirigé de cette baie à la partie inférieure du Chagres, en coupant un seuil peu élevé désigné dans les pièces récentes sous le nom de *Loma del Mono*. La longueur du canal ne dépasse pas 1^{km}.

» La baie de Limon eût été protégée par un brise-lames appuyé à la rive occidentale et s'étendant sur une longueur d'environ 3200^{m} vers l'île de Manzanillo. Le port aurait été placé du côté de l'ouest.

» Ce projet mérite d'attirer l'attention, parce qu'il est le premier document connu où l'importance de la baie de Limon ait été signalée et dans lequel on trouve des dispositions générales pour y former un établissement maritime.

» *Projet de M. Garella.* — En 1843, M. Garella, ingénieur en chef des Mines, envoyé sur les lieux par le Gouvernement français, fit une étude complète et en publia dans l'année 1845 un résumé suffisamment détaillé. Il proposa d'ouvrir, de la baie de Panama à celle de Limon, un canal à écluses franchissant en tunnel la Cordillère et pouvant donner passage aux plus grands navires. C'est le premier travail d'ingénieur que l'on connaisse pour un canal interocéanique.

» Les dispositions que M. Garella propose pour la baie de Limon se rapprochent beaucoup de celles que M. Lloyd avait adoptées. Il fait, comme lui, aboutir le canal dans la partie occidentale de la baie, et il établit le brise-lames du même côté, en ne lui donnant qu'une longueur de 1000^{m}.

» *Chemin de fer de Panama à Colon.* — De 1849 à 1855, le colonel George Totten a exécuté, pour une Compagnie américaine, un chemin de fer de Panama à un établissement maritime créé tout exprès sur la baie de Limon, dans l'île de Manzanillo. Aucun môle d'abri n'a été construit.

» Les dispositions adoptées pour ce nouveau port, connu sous les noms

de Colon et d'Aspinwall, sont de tout point contraires à celles qui avaient été indiquées par M. Lloyd et par M. Garella. Il est probable que la profondeur du mouillage près l'île de Manzanillo a été la considération dominante. Dans l'état actuel des choses, les plus grands steamers peuvent accoster les *wharfs* de Colon sans que des dragages aient été nécessaires.

» *Projets de MM. Lull et Menocal.* — En 1875, une expédition envoyée par le département de la Marine des États-Unis d'Amérique, sous les ordres du commandeur Lull et de l'ingénieur Menocal, a fait une étude complète pour l'établissement d'un canal à écluses de la baie de Limon à Panama.

» *Projets étudiés dans les parties de l'isthme éloignées de Panama.* — L'étude des autres parties de l'isthme n'a pas été négligée. En 1851, M. Barnard établit la Carte de la contrée comprise entre les golfes de Campêche et de Téhuantépec. La même année, MM. Childs et Fay s'occupèrent d'un canal par le lac de Nicaragua. A partir de 1852, M. Kelley, riche capitaliste de New-York, fit faire des recherches dans le Darien et près la baie de San-Blas. De grands travaux d'exploration, ordonnés par le gouvernement des États-Unis d'Amérique, ont eu lieu de 1870 à 1875 sous la direction de M. Selfridge.

» *Congrès des sciences géographiques de* 1875. *Expédition de M. Wyse.* — Au Congrès des sciences géographiques tenu à Paris en 1875, la question du canal interocéanique fut sérieusement discutée; mais on reconnut que les renseignements réunis sur le Darien n'étaient pas suffisants et que, par suite, on ne pouvait pas choisir d'une manière définitive entre les tracés proposés.

» Une Société civile pour l'achèvement des études se constitua alors à Paris, sous la présidence du général Türr. Elle réunit les capitaux nécessaires et, vers la fin de 1876, fit partir une expédition commandée par notre compatriote M. Wyse, lieutenant de vaisseau, qui déjà s'était beaucoup occupé de cette question. Il avait avec lui un autre officier de marine, M. Reclus, et plusieurs ingénieurs de différentes nationalités.

» M. Wyse a consacré deux années à son exploration et l'a accomplie avec un grand succès. Il a étudié, outre le Darien, les contrées voisines de San-Blas, de Panama et du lac de Nicaragua; il a obtenu du gouvernement des États-Unis de Colombie qu'un privilège exclusif fût accordé à la Compagnie qu'il représentait pour la construction et l'exploitation d'un canal interocéanique sur le territoire de cette république. Enfin, avec la collaboration de M. Reclus et celle de M. Pedro Sosa, ingénieur colombien, il a établi le projet d'un canal à niveau de Panama à Colon.

» *Congrès international réuni à Paris en mai* 1879, *sous la présidence de*

M. de Lesseps. — La question présentait une grande complication, par suite de la variété des tracés étudiés dans des parties très différentes de l'isthme et des intérêts qui se rattachaient à chacun d'eux. Une discussion libre dans un Congrès international pouvait seule jeter sur le problème une lumière suffisante et fixer l'opinion. Cette marche était d'ailleurs conforme à celle qui avait si bien réussi pour le canal de Suez. Sous les auspices de la Société de Géographie, M. de Lesseps convoqua à Paris, en 1879, des hommes considérables de toutes les nations.

» Le Congrès ouvrit ses séances le 15 mai. La question y fut étudiée sous ses divers aspects. On examina les avantages et les inconvénients que présente chacun des projets eu égard à la salubrité du pays traversé, aux ressources locales, aux tremblements de terre, fréquents dans quelques parties de l'Amérique centrale, et qui pourraient être une cause de destruction pour les écluses, aux conditions dans lesquelles il est possible d'établir un canal avec ses deux ports d'accès et aux facilités qui en résulteront pour la navigation, enfin à la dépense probable des travaux et au temps nécessaire pour leur exécution. On discuta les dispositions générales que doivent avoir des travaux définitifs pouvant dès le jour de l'ouverture remplir complètement leur destination.

» Le Congrès se prononça pour un canal à niveau, malgré la dépense qu'il entraîne. Un ouvrage de ce genre peut en effet, même lorsqu'il n'est qu'à une voie, avec des garages, suffire à un commerce très considérable : l'exemple de Suez ne peut laisser aucun doute sur ce point. Un canal à écluses n'a qu'une puissance limitée et impose aux navires des frais accessoires de quelque importance.

» Cette première décision amena le rejet des projets de Téhuantépec et de Nicaragua. Les difficultés spéciales des tracés étudiés dans le Darien et près de San-Blas les firent ensuite repousser, et le Congrès se prononça à une grande majorité pour un canal de Panama à la baie de Limon, suivant les dispositions générales du projet établi par MM. Wyse, Reclus et Sosa.

» Les comptes rendus du Congrès international de Paris ont été publiés. On y trouve des Rapports écrits par des hommes éminents et des discussions du plus haut intérêt. Ce document devra toujours être consulté lorsque l'on voudra connaître les études qui ont été faites pour la jonction des deux océans.

» Bien des efforts ont été nécessaires pour amener la question dans l'état où le Congrès de 1879 l'a trouvée. Plusieurs des contrées qui ont dû être parcourues sont en effet occupées par des forêts où il est difficile de s'ouvrir

un passage et par des marécages. La pluie, la fièvre jaune, les chaleurs excessives et les insectes y rendent, en quelques points, le séjour pénible et très dangereux pendant certaines saisons. Votre Commission aurait désiré laisser dans les *Comptes rendus* de nos séances un souvenir pour chacun des hardis explorateurs, des pionniers de la Science, auxquels on doit des renseignements précis sur les différentes régions de l'isthme, et surtout pour ceux qui ont succombé aux fatigues ([1]); mais les limites dans lesquelles il convenait de renfermer ce Rapport ne nous ont pas permis d'entrer dans des détails plus étendus.

» *Commission technique internationale. Rapport du* 14 *février* 1880. — Après la clôture du Congrès de Paris, la Société civile présidée par M. le général Türr céda ses droits à M. de Lesseps. Notre confrère réunit alors une Commission internationale d'ingénieurs et se rendit avec elle à Panama. Cette Commission était composée de :

» MM. le colonel Totten, ingénieur en chef du chemin de fer de Colon à Panama, et Wright, général du génie, pour les États-Unis de l'Amérique du Nord;

» M. Dirks, ingénieur en chef du canal d'Amsterdam à la mer, pour les Pays-Bas;

» MM. Boutan, ingénieur des Mines, Dauzats, ingénieur, chef de service au canal de Suez, Couvreux fils et Gaston Blanchet, ingénieurs de la maison de construction A. Couvreux et H. Hersent, pour la France;

» MM. Pedro Sosa et Alejandro Ortega, ingénieurs, pour les Etats-Unis de Colombie.

» Cette Commission est arrivée sur l'isthme le 30 décembre 1879 et elle y est restée jusqu'au 15 février 1880. Elle a fait exécuter sous ses ordres directs des travaux de sondage et des opérations de nivellement qui avaient été préparés par des agents expérimentés arrivés avant elle.

» Le 14 février, les commissaires, réunis à Panama, ont décrit, dans un Rapport sommaire qui a été publié, les dispositions qu'ils ont adoptées pour les ouvrages.

» Ces dispositions forment les bases essentielles du projet que M. de Lesseps a présenté à l'Académie et que nous allons examiner dans la seconde Partie de ce Rapport. »

([1]) Nous croyons pouvoir faire une exception en faveur de M. Durocher, correspondant de l'Académie, mort des fatigues d'une expédition dans le Nicaragua.

Rapport sur le Mémoire de M. le Dr Companyo, intitulé : « Projet d'organisation du service de santé du Canal interocéanique de Panama » ; par M. Larrey.

« Ce travail manuscrit, d'assez grande étendue, est accompagné d'une Carte de l'isthme américain, figurant le tracé du canal, ses principales montagnes avec leurs altitudes, ses fleuves, ses chemins de fer et ses principaux lieux habités.

» A cette Carte est jointe une coupe donnant, suivant l'axe du tracé, le profil de la configuration du terrain de l'océan Atlantique à l'océan Pacifique, avec les indications géologiques.

» Le Dr Companyo adresse son Mémoire à notre éminent confrère M. de Lesseps sous forme de Lettre divisée en deux Parties. La première Partie comprend un aperçu d'ensemble de l'isthme, son aspect général, sa description sommaire, l'exposé de ses ressources, sous tous les rapports, et sa géographie, à laquelle se rattachent l'orographie, l'hydrologie, la géologie, la minéralogie et la botanique. Un Chapitre est consacré à la population de Panama.

» L'auteur aborde ensuite la question de climatologie, se basant sur les données météorologiques les plus précises. Il pose ainsi les conditions de l'acclimatement et en déduit les conséquences naturelles pour arriver à la nosologie, nécessairement soumise aux influences climatériques. Il réfute enfin quelques erreurs accréditées jusqu'à ce jour sur la prétendue insalubrité de l'isthme de Panama, comme l'a fait, en toute occasion, notre illustre confrère M. de Lesseps, d'après ses observations directes et plus encore d'après des documents complets.

» La seconde Partie du Mémoire de M. Companyo est entièrement consacrée à l'organisation du service médical dans toutes ses applications et dans tous ses rapports, soit avec la Compagnie, les entrepreneurs, les employés, les ouvriers et la population industrielle, soit avec le gouvernement colombien et ses représentants.

» M. Companyo explique comment il conçoit l'organisation du service médical de Panama et son fonctionnement. Il propose deux inspections principales, celle de Colon et celle de Panama, comprenant chacune trois circonscriptions, avec leurs hôpitaux et leurs ambulances fixes ou volantes. Il indique leurs positions et l'utilité de la création, sur un point choisi,

d'une grande maison de santé ou de convalescence, dans le but de préserver surtout les chantiers de toute influence morbide, épidémique ou contagieuse. Il propose aussi de former des postes d'observation médicale, où tous les ouvriers devront être visités avec soin, avant leur admission au milieu des travaux. Il rappelle, à cet effet, les moyens préventifs de la variole, et il insiste sur la nécessité des vaccinations, pour en assurer le service par les moyens connus, en proposant, au besoin, de rechercher s'il serait possible de former des troupeaux de génisses.

» M. Companyo pose ensuite les bases de l'organisation du service médical dans son ensemble et des services annexes ou complémentaires, tels que le service pharmaceutique avec ses dépendances, service nécessairement subordonné à la direction médicale.

» L'auteur du Mémoire propose, au point de vue de l'hygiène, la création de champs d'essai, de pépinières, de cultures variées, de jardins potagers et de plantations d'arbres d'assainissement. Il traite aussi, dans ce Chapitre, de l'élevage des troupeaux, pour assurer l'alimentation, tout en admettant, à cet effet, le concours de l'industrie privée.

» Il démontre la nécessité d'établir dans chaque campement des stations d'observations météorologiques.

» Il entre dans des détails intéressants sur le service de la Chirurgie, inséparable de la Médecine, et propose de le compléter par l'adjonction de deux sages-femmes, en déterminant leurs attributions spéciales. Il indique l'utilité d'une bibliothèque médicale, facile à organiser. Il prévoit et trace l'emplacement des hôpitaux, des magasins d'approvisionnement et de leurs dépendances, en offrant des plans de baraquement pour vingt et vingt-cinq lits, destinés à la population européenne, afin de laisser à la population indigène des ouvriers les installations conformes à leurs habitudes.

» M. Companyo ne néglige rien de ce qui est relatif à la question si importante de l'alimentation et propose d'instituer des Commissions d'examen des denrées, comme il en existe, disons-le ici, dans les grands établissements de l'armée. Il rappelle ce qui a été fait ou restait à faire à Suez et ce qu'il conviendra d'établir à Panama. Il entre, à cet égard, dans d'intéressants détails sur la conservation des denrées alimentaires et sur toutes les précautions nécessaires pour les préserver sûrement.

» Il expose les principes de l'hygiène hospitalière dans leur application aux établissements de l'isthme et du canal des deux océans. Il s'occupe enfin de la crémation des corps, pour la substituer, s'il le fallait, aux inhumations.

« M. Companyo n'oublie pas les questions relatives à la Médecine vétérinaire, au personnel administratif des hôpitaux, comprenant les employés, les infirmiers et les sœurs de charité, sous la direction du service médical, en prévoyant, pour les réfuter ou les éviter, les objections ou les obstacles à une entreprise de cette importance.

» La conclusion à tirer de ce Rapport sommaire est de reconnaître le mérite du Mémoire de M. le Dr Companyo, en signalant son travail à l'approbation de l'Académie. »

La conclusion de ce Rapport est adoptée.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P.-H. Boutigny soumet au jugement de l'Académie les résultats de quelques nouvelles expériences se rapportant à ce qu'il a nommé l'*état sphéroïdal*.

Dans l'une de ces expériences, un mélange d'eau et d'acide sulfurique est projeté dans une capsule de platine chauffée au rouge; à mesure que l'évaporation augmente la concentration du liquide, on en ajoute de nouvelles quantités. Il arrive un moment où, la densité et le point d'ébullition s'élevant incessamment, le liquide s'étale dans la capsule et entre vivement en ébullition.

(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

M. A. Poirot, M. Mary-Lafon adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Note de M. *A. Genocchi*, portant pour titre : « Il carteggio di Sofia Germain e Carlo Federico Gauss ». (Extrait des *Atti* de l'Académie royale des Sciences de Turin, juin 1880.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des Sinus des ordres supérieurs.* Note de M. J. FARKAS, communiquée par M. Yvon Villarceau [1].

« I. Pour simplifier l'emploi des sinus, vous proposez d'étendre les indices 0, 1, ..., $m-1$ des fonctions φ au-dessous de zéro et au delà de $m-1$.

» En désignant par $\mathfrak{f}_\mu x$ les sinus de genre *hyperbolique*, par $f_\mu x$ les sinus de genre *elliptique*, d'ordre $m-1$, convenons en effet d'accepter les définitions

$$\mathfrak{f}_{nm+\mu} x = \mathfrak{f}_\mu x, \tag{1}$$
$$f_{nm+\mu} x = (-1)^n f_\mu x, \tag{2}$$

où n est un nombre entier, positif ou négatif, et $0 \leqq \mu \lesseqgtr m-1$. Évidemment, un nombre entier quelconque λ, positif ou négatif, peut se mettre toujours sous la forme $nm+\mu$.

» En désignant par n' de même un nombre entier, positif ou négatif, nous aurons d'abord

$$\mathfrak{f}_{(n+n')m+\mu} x = \qquad \mathfrak{f}_\mu x = \mathfrak{f}_{nm+\mu} x,$$
$$f_{(n+n')m+\mu} x = (-1)^{n+n'} f_\mu x = (-1)^{n'} f_{nm+\mu} x,$$

c'est-à-dire

$$\left\{\begin{array}{l} \mathfrak{f}_{\lambda+n'm} = \mathfrak{f}_\lambda, \\ f_{\lambda+n'm} = (-1)^{n'} f_\lambda. \end{array}\right. \tag{3}$$

» Pour trouver les nombres n et μ, il faut seulement diviser par m l'indice donné λ; lorsqu'il est positif, la partie entière du quotient sera le nombre n, et le reste sera l'indice principal μ. Lorsque l'indice λ est négatif, la partie entière du quotient diminuée de l'unité sera le nombre n et l'indice m diminué du reste sera l'indice principal, savoir

$$\varphi_{-\lambda} x = \varphi_{-n'm-\mu'} x = \varphi_{2n'm-n'm-\mu'} x = \varphi_{(n'-1)m+(m-\mu')} x,$$

d'où $n = n'-1$, $\mu = m-\mu'$.

---

[1] Voir une Note de M. Villarceau sur le même sujet, aux Communications des Membres, page 196 de ce numéro.

» II. En supposant μ différent de zéro,

$$\frac{d\mathfrak{f}_{nm+\mu}x}{dx}=\frac{d\mathfrak{f}_{\mu}x}{dx}=\mathfrak{f}_{\mu-1}x=\mathfrak{f}_{nm+\mu-1}x,$$

$$\frac{df_{nm+\mu}x}{dx}=(-1)^n\frac{df_{\mu}x}{dx}=(-1)^n f_{\mu-1}x=f_{nm+\mu-1}x.$$

» En supposant $\mu = 0$,

$$\frac{d\mathfrak{f}_{nm}x}{dx}=\frac{d\mathfrak{f}_{0}x}{dx}=\mathfrak{f}_{m-1}x=\mathfrak{f}_{nm-1}x,$$

$$\frac{df_{nm}x}{dx}=(-1)^n\frac{df_{0}x}{dx}=(-1)^{n-1}f_{m-1}x=f_{nm-1}x.$$

» Ainsi nous aurons

$$\frac{d\varphi_\lambda x}{dx}=\varphi_{\lambda-1},$$

et, en général,

(4) $$\frac{d^k\varphi_\lambda x}{dx^k}=\varphi_{\lambda-k}x.$$

» III. En vertu des définitions des sinus, nous avons

$$\mathfrak{f}_{nm+\mu}\left[(-1)^{\frac{1}{m}}x\right]=\mathfrak{f}_{\mu}\left[(-1)^{\frac{1}{m}}x\right]=(-1)^{\frac{\mu}{m}}f_\mu x=(-1)^{n+\frac{\mu}{m}}f_{nm+\mu}x,$$

$$f_{nm+\mu}\left[(-1)^{\frac{1}{m}}x\right]=(-1)^n f_{\mu}\left[(-1)^{\frac{1}{m}}x\right]=(-1)^{n+\frac{\mu}{m}}\mathfrak{f}_\mu x=(-1)^{n+\frac{\mu}{m}}\mathfrak{f}_{nm+\mu}x;$$

par conséquent,

(5) $$\begin{cases}\mathfrak{f}_{\lambda}\left[(-1)^{\frac{1}{m}}x\right]=(-1)^{\frac{\lambda}{m}}f_\lambda x,\\ f_{\lambda}\left[(-1)^{\frac{1}{m}}x\right]=(-1)^{\frac{\lambda}{m}}\mathfrak{f}_\lambda x.\end{cases}$$

» En particulier, en vertu des définitions des sinus, si m est un nombre pair,

$$\varphi_\mu(-x)=(-1)^\mu\varphi_\mu x;$$

si m est un nombre impair,

$$\mathfrak{f}_\mu(-x)=(-1)^\mu f_\mu x,\quad f_\mu(-x)=(-1)^\mu\mathfrak{f}_\mu x.$$

» On en conclut

(6) $$\varphi_\lambda(-x)=(-1)^\lambda\varphi_\lambda x,\qquad (m \text{ pair}),$$

(7) $$\mathfrak{f}_\lambda(-x)=(-1)^\lambda f_\lambda x,\quad f_\lambda(-x)=(-1)^\lambda\mathfrak{f}_\lambda x.\ (m \text{ impair}).$$

» IV. La formule générale du théorème d'addition est

$$(x+y) = \varphi_\mu x\,\varphi_0 y + \varphi_{\mu-1} x\,\varphi_1 y + \ldots + \varphi_1 x\,\varphi_{\mu-1} y + \varphi_0 x\,\varphi_\mu y$$
$$\pm (\varphi_{m-1} x\,\varphi_{\mu+1} y + \varphi_{m-2} x\,\varphi_{\mu+2} y + \ldots + \varphi_{\mu+2} x\,\varphi_{m-2} y + \varphi_{\mu+1} x\,\varphi_{m-1} y),$$

où l'on applique les signes supérieurs ou les signes inférieurs, suivant que l'on entend par φ le genre hyperbolique ou elliptique.

» En conséquence des définitions (1), la formule peut s'écrire

$$(x+y) = \varphi_\mu x\,\varphi_0 y + \varphi_{\mu-1} x\,\varphi_1 y + \ldots + \varphi_1 x\,\varphi_{\mu-1} y + \varphi_0 x\,\varphi_\mu y$$
$$+ \varphi_{-1} x\,\varphi_{\mu+1} y + \varphi_{-2} x\,\varphi_{\mu+2} y + \ldots + \varphi_{\mu-m+2} x\,\varphi_{m-2} y + \varphi_{\mu-m+1} x\,\varphi_{m-1} y;$$

d'où (2)

$$\varphi_{nm+\mu}(x+y) = \varphi_{nm+\mu} x\,\varphi_0 y + \ldots + \varphi_{nm+\mu-\mu} x\,\varphi_\mu y$$
$$+ \varphi_{nm+\mu-(\mu+1)} x\,\varphi_{\mu+1} y + \ldots + \varphi_{nm+\mu-(m-1)} x\,\varphi_{m-1} y,$$

c'est-à-dire

$$(8)\quad \varphi_\lambda(x+y) = \varphi_\lambda x\,\varphi_0 y + \varphi_{\lambda-1} x\,\varphi_1 y + \varphi_{\lambda-2} x\,\varphi_2 y + \ldots + \varphi_{\lambda-m+1} x\,\varphi_{m-1} y.$$

» V. Moyennant les relations (6) et (7), de (8) on déduit

$$(9)\quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_\lambda(x-y) = \varphi_\lambda x\,\varphi_0 y - \varphi_{\lambda-1} x\,\varphi_1 y + \varphi_{\lambda-2} x\,\varphi_2 y - \ldots \\ \qquad - \varphi_{\lambda-m+1} x\,\varphi_{m-1} y \end{array} \right\} \ (m \text{ pair}),$$

$$(10)\quad \left\{ \begin{array}{l} \mathfrak{F}_\lambda(x-y) = \mathfrak{F}_\lambda x\,f_0 y - \mathfrak{F}_{\lambda-1} x\,f_1 y + \mathfrak{F}_{\lambda-2} x\,f_2 y - \ldots \\ \qquad + \mathfrak{F}_{\lambda-(m-1)} x\,f_{m-1} y, \\ f_\lambda(x-y) = f_\lambda x\,\mathfrak{F}_0 y - f_{\lambda-1} x\,\mathfrak{F}_1 y + f_{\lambda-2} x\,\mathfrak{F}_2 y - \ldots \\ \qquad + f_{\lambda-m+1} x\,\mathfrak{F}_{m-1} y \end{array} \right\} \ (m \text{ impair}).$$

» L'importance de la généralisation des indices est évidente. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des équations différentielles linéaires*. Note de M. APPELL, présentée par M. Bouquet.

« Le théorème que j'ai indiqué dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. XC, p. 1477) conduit à une méthode générale pour la transformation des équations différentielles linéaires.

» I. Soient

$$(1)\qquad \frac{d^n y}{dx^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + a_2 \frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} + \ldots + a_n y = 0$$

une équation différentielle linéaire et $y_1, y_2, \ldots, y_n$ les éléments d'un système fondamental d'intégrales.

» Proposons-nous de former l'équation différentielle linéaire qui admet pour intégrale la fonction z définie par l'équation

$$(2)\qquad z=f\left(y_1, \frac{dy_1}{dx}, \ldots, \frac{d^{m_1}y_1}{dx^{m_1}}, y_2, \frac{dy_2}{dx}, \ldots, \frac{d^{m_2}y_2}{dx^{m_2}}, \ldots, y_n, \frac{dy_n}{dx}, \ldots, \frac{d^{m_n}y_n}{dx^{m_n}}\right),$$

où f est une fonction algébrique entière des fonctions $y_1, y_2, \ldots, y_n$ et de leurs dérivées ayant pour coefficients des fonctions données de x.

» Tout d'abord, pour voir quel est l'ordre de l'équation différentielle en z, remplaçons $y_1, y_2, \ldots, y_n$ par les éléments d'un autre système fondamental d'intégrales $u_1, u_2, \ldots, u_n$ en posant

$$y_i = C_{i1}u_1 + C_{i2}u_2 + \ldots + C_{in}u_n, \quad (i=1, 2, \ldots, n).$$

L'ordre de l'équation différentielle en z est égal au nombre de termes linéairement indépendants qui figurent dans l'expression de z en $u_1, u_2, \ldots, u_n$. Soit p ce nombre; désignons par

$$\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_p$$

les p termes en question linéairement indépendants. L'équation en z sera

$$(3)\qquad \begin{vmatrix} \frac{d^p z}{dx^p} & \frac{d^p \varphi_1}{dx^p} & \frac{d^p \varphi_2}{dx^p} & \cdots & \frac{d^p \varphi_p}{dx^p} \\ \frac{d^{p-1} z}{dx^{p-1}} & \frac{d^{p-1} \varphi_1}{dx^{p-1}} & \frac{d^{p-1} \varphi_2}{dx^{p-1}} & \cdots & \frac{d^{p-1} \varphi_p}{dx^{p-1}} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ z & \varphi_1 & \varphi_2 & \cdots & \varphi_p \end{vmatrix} = 0.$$

Le premier membre de cette équation est une fonction de $u_1, u_2, \ldots, u_n$ et des dérivées de ces fonctions qui se reproduit, multipliée par un facteur constant, quand on remplace $u_1, u_2, \ldots, u_n$ par les éléments d'un autre système fondamental d'intégrales. On peut donc, d'après le théorème précédemment énoncé et en suivant la méthode indiquée pour le troisième cas, exprimer le premier membre de l'équation (3) en fonction des coefficients de l'équation (1) et de leurs dérivées, et l'on obtient ainsi l'équation cherchée en z.

» II. Pour appliquer ces considérations générales à quelques exemples,

considérons l'équation différentielle du second ordre

$$(4)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} = a\frac{dy}{dx} + by,$$

et proposons-nous de former l'équation différentielle linéaire admettant pour intégrale

$$z = y_1^2,$$

y_1 étant une intégrale de l'équation (4). Si l'on fait d'abord

$$y_1 = C_1 u_1 + C_2 u_2,$$

on voit que z contient trois termes linéairement indépendants $u_1^2, u_1 u_2, u_2^2$. Par suite, l'équation en z est du troisième ordre. En faisant le calcul par la méthode indiquée dans le § I, on trouve, pour cette équation,

$$(5)\qquad \frac{d^3z}{dx^3} - 3a\frac{d^2z}{dx^2} - \left(4b - 2a^2 + \frac{da}{dx}\right)\frac{dz}{dx} - 2\left(\frac{db}{dx} - 2ab\right)z = 0.$$

» De même, si l'on se propose de former une équation différentielle linéaire qui admette pour intégrale

$$z = y_1^3,$$

y_1 étant une intégrale de l'équation (4), on trouve pour z l'équation du quatrième ordre

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^4z}{dx^4} - 6a\frac{d^3z}{dx^3} + \left(11a^2 - 10b - 4\frac{da}{dx}\right)\frac{d^2z}{dx^2} \\ &\quad - \left(6a^3 - 30ab - 7a\frac{da}{dx} + 10\frac{db}{dx} + \frac{d^2a}{dx^2}\right)\frac{dz}{dx} \\ &\quad - 3\left(6a^2b - 3b^2 - 2b\frac{da}{dx} - 5a\frac{db}{dx} + \frac{d^2b}{dx^2}\right)z = 0. \end{aligned}\right.$$

» Les équations (5) et (6) fournissent des types d'équations différentielles linéaires du troisième et du quatrième ordre dont l'intégration se ramène à l'intégration d'une équation différentielle linéaire du second ordre. On voit facilement qu'on peut identifier avec l'équation (5) toute équation différentielle linéaire du troisième ordre pour laquelle l'invariant I de M. Laguerre (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 116, 224) est égal à zéro.

» III. Soient y_1, y_2 deux intégrales distinctes de l'équation (4); la condition nécessaire et suffisante pour qu'il y ait entre ces intégrales une

relation de la forme

$$Ay_1^2 + 2By_1y_2 + Cy_2^2 = D,$$

A, B, C, D étant des coefficients constants, est que le coefficient de z dans l'équation (5) soit nul :

$$(7) \qquad \frac{db}{dx} - 2ab = 0.$$

Cela résulte immédiatement de ce que l'équation (5) a pour intégrales y_1^2, y_1y_2, y_2^2.

» De même, en égalant à zéro le coefficient de z dans l'équation (6),

$$(8) \qquad 6a^2b - 3b^2 - 2b\frac{da}{dx} - 5a\frac{db}{dx} + \frac{d^2b}{dx^2} = 0,$$

on obtient la condition nécessaire et suffisante pour que les intégrales y_1, y_2 de l'équation (4) soient liées par une relation de la forme

$$Ay_1^3 + 3By_1^2y_2 + 3Cy_1y_2^2 + Dy_2^3 = E,$$

A, B, C, D, E étant des coefficients constants.

» Ainsi qu'il résulte de ce que j'ai dit dans la Note précédente déjà citée, les premiers membres des équations (7) et (8) sont des invariants par rapport au changement de variable indépendante. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions et des courbes algébriques*. Note de M. E. PICARD.

« Étant donnée une relation algébrique irréductible de degré m entre deux quantités x et y,

$$(1) \qquad F(x, y) = 0,$$

deux cas particulièrement intéressants et bien connus sont ceux où le genre p de la courbe représentée par cette équation est égal à zéro ou à l'unité. On sait que, dans le premier cas, x et y peuvent s'exprimer rationnellement à l'aide d'un paramètre, et, dans le second, on peut les regarder comme des fonctions rationnelles d'une fonction doublement périodique d'un paramètre et de sa dérivée. On peut donc, dans ces deux cas, mettre x et y sous la forme

$$(2) \qquad x = P(z), \quad y = Q(z),$$

P et Q étant des fonctions uniformes du paramètre z, n'ayant d'autres points singuliers que des pôles. Je me suis posé la question suivante : *Existe-t-il d'autres courbes algébriques que celles du genre zéro ou* 1, *dont les coordonnées soient susceptibles de s'exprimer par des fonctions uniformes d'un paramètre à discontinuités exclusivement polaires?* Il semble extrêmement probable que ces courbes sont les seules jouissant de cette propriété, mais je n'ai pu encore l'établir avec une entière rigueur que pour les courbes hyperelliptiques, c'est-à-dire données par une équation de la forme

$$(3) \qquad y^2 = (x-a_1)(x-a_2)\dots(x-a_n),$$

où je supposerai que $a_1, a_2, \dots, a_n$ sont des constantes différentes. Nous allons voir que, si n est supérieur à 4, on ne peut mettre x et y sous la forme (2).

» Si l'on peut prendre $x = \mathrm{P}(z)$ de telle sorte que la fonction y de z déduite de l'équation (3) soit uniforme, il est clair que les équations $\mathrm{P}(z) = a_1$, $\mathrm{P}(z) = a_2$, ..., $\mathrm{P}(z) = a_n$ auront toutes leurs racines d'un degré pair de multiplicité. Considérons alors l'expression

$$\frac{\frac{d\mathrm{P}}{dz}}{\sqrt{(\mathrm{P}-a_1)(\mathrm{P}-a_2)(\mathrm{P}-a_3)(\mathrm{P}-a_4)}};$$

on voit de suite qu'elle sera une fonction entière $\mathrm{R}(z)$ de z, c'est-à-dire uniforme et continue dans toute l'étendue du plan, et nous pourrons par suite écrire, en désignant par P_0 la valeur de $\mathrm{P}(z)$ pour $z = z_0$,

$$\int_{\mathrm{P}_0}^{\mathrm{P}} \frac{d\mathrm{P}}{\sqrt{(\mathrm{P}-a_1)(\mathrm{P}-a_2)(\mathrm{P}-a_3)(\mathrm{P}-a_4)}} = \int_{z_0}^{z} \mathrm{R}(z)\,dz = \mathrm{S}(z),$$

$\mathrm{S}(z)$ étant, comme $\mathrm{R}(z)$, une fonction entière.

» On conclut immédiatement de là que $\mathrm{P}(z)$ est une fonction doublement périodique $\varphi[\mathrm{S}(z)]$ de $\mathrm{S}(z)$, et il est utile de remarquer que la dérivée de $\varphi(u)$, considérée comme fonction de u, ne s'annule que quand φ prend une des valeurs a_1, a_2, a_3, a_4. Établissons maintenant que l'équation

$$\varphi[\mathrm{S}(z)] = a,$$

où a est différent de $a_1, a_2, \dots, a_4$, ne peut avoir toutes ses racines d'un degré pair de multiplicité. Nous remarquerons d'abord que, si $z = z_1$ est une racine de cette équation d'un certain degré de multiplicité, elle sera racine du même degré de multiplicité de l'équation $\mathrm{S}(z) = \mathrm{S}(z_1)$. Si donc

nous désignons par u_1 et u_2 les racines de l'équation $\varphi(u) = a$ dans un parallélogramme de périodes ω, ω', toutes les équations

$$S(z) = u_1 + m\omega + m'\omega', \quad S(z) = u_2 + m\omega + m'\omega',$$

où l'on donne à m et m' des valeurs entières quelconques, devront avoir toutes leurs racines d'un degré pair de multiplicité; mais cela est impossible, car, en prenant quatre quantités de la forme du second membre de l'une ou l'autre de ces équations, et raisonnant comme précédemment, nous verrions que $S(z)$ est une fonction doublement périodique d'une fonction entière $T(z)$. Or une fonction doublement périodique d'une fonction entière ne peut être une fonction entière; car, soit $a + m\omega + m'\omega'$ une série de pôles de la fonction doublement périodique : il ne sera pas possible que, quels que soient les entiers m et m', les équations

$$T(z) = a + m\omega + m'\omega'$$

n'aient pas de racines, puisque, comme je l'ai montré dans mon Mémoire *Sur les fonctions entières* (*Annales de l'École Normale*, mai 1880), il existe au plus une valeur α telle que l'équation $T(z) = \alpha$ n'ait pas de racine. Il est donc complètement établi que, dans les courbes hyperelliptiques et par suite dans celles qui leur correspondent point par point, on ne peut exprimer les coordonnées x et y d'un point quelconque par des fonctions uniformes d'un paramètre à discontinuités exclusivement polaires.

» Qu'il me soit maintenant permis d'indiquer brièvement la marche suivie dans le cas général. Supposons, comme on le fait dans la théorie des fonctions abéliennes, que l'équation (1) contienne un terme de degré m par rapport à y et que, pour $x = \infty$, le rapport $\frac{y}{x}$ ait m valeurs finies et distinctes. Soit $\int \frac{f(x,y)\,dx}{F'_y(x,y)}$ une intégrale abélienne de première espèce, $f(x,y)$ étant un polynôme convenable de degré $m-3$. Je considère l'expression $\dfrac{f(P,Q)\frac{dP}{dz}}{F'_Q(P,Q)}$, qui est évidemment une fonction uniforme de z; mais on peut, de plus, établir qu'elle ne devient jamais infinie : c'est une fonction entière $G(z)$, et, par suite, si l'on désigne par P_0 la valeur de P pour une valeur z_0 de z, on aura

$$(4) \qquad \int_{P_0}^{P} \frac{f(P,Q)\,dP}{F'_Q(P,Q)} = \int_{z_0}^{z} G(z)\,dz = G_1(z),$$

la valeur initiale de Q étant la valeur Q_0 de cette fonction pour $z = z_0$, et $G_1(z)$ étant une fonction entière, comme $G(z)$. Admettons maintenant que le nombre caractéristique p, relatif à l'équation (1), que nous avons déjà implicitement admis être différent de zéro, ne soit pas non plus égal à l'unité. On peut supposer que le premier membre de l'équation (4), étant une intégrale abélienne quelconque de première espèce, a plus de deux périodes, et, si l'on peut satisfaire à l'équation (4) par une fonction uniforme P de z, on arrive alors à la conclusion suivante : *Pour une valeur fixe quelconque donnée à la fonction* P, *la fonction* G_1 *a une infinité de valeurs et, l'une quelconque d'entre elles étant considérée, il y en a une infinité d'autres qui diffèrent de celles-là de moins d'une quantité donnée, aussi petite que l'on voudra.* Mais je n'ai pu jusqu'ici établir avec une entière rigueur l'impossibilité de ce fait, que l'on est tout d'abord tenté de considérer comme évidente. »

MÉCANIQUE. — *Sur les causes d'altération intérieure des chaudières à vapeur.* Note de M. **Lodin**, présentée par M. Resal.

« L'importance des altérations signalées, dans certains cas, sur la surface interne des chaudières à vapeur nous a amené à entreprendre une évaluation au moins approximative de l'intensité des diverses actions oxydantes capables d'agir sur les tôles. Pour nous placer dans des conditions aussi nettement définies que possible, nous avons opéré sur du fil de fer de section identique, enfermé dans des tubes scellés à la lampe avec de l'eau pure ou avec diverses dissolutions.

» Nous avons constaté que l'action prédominante, en présence des eaux ordinaires, était celle de l'oxygène de l'air dissous, et que cette action n'était pas plus intense au contact de l'eau distillée qu'au contact des eaux calcaires, contrairement à ce qu'auraient pu faire supposer certains faits observés dans la pratique. Toutes les déterminations numériques indiqueraient plutôt le contraire : l'absorption d'oxygène par mètre carré et par heure est d'environ $0^{gr},18$ vers $20°$ et de $1^{gr},65$ à $100°$ en présence de l'eau distillée; elle est, aux mêmes températures, de $0^{gr},23$ et de $1^{gr},80$ pour l'eau calcaire.

» Une autre cause d'oxydation, d'importance bien moindre, est la décomposition de l'eau par le fer. Cette réaction avait déjà été signalée pour le fer très divisé; nous ne croyons pas qu'elle ait encore été établie pour le fer travaillé. Le dégagement d'hydrogène a été constant avec toutes les

dissolutions que nous avons employées; il est minimum avec l'eau pure. Vers 125° il correspond à une absorption d'oxygène de $0^{gr},007$ par mètre carré et par heure en présence de l'eau distillée, de $0^{gr},009$ pour l'eau calcaire, $0^{gr},047$ pour l'eau de mer, $0^{gr},035$ pour l'eau saturée de chlorure de sodium et $0^{gr},127$ pour l'eau contenant un cinquième de chlorure de magnésium cristallisé. Ces déterminations, qui ne doivent d'ailleurs être considérées que comme une première approximation, montrent le peu d'importance de cette action, comparée à la première, du moins dans les conditions ordinaires.

» Les dépôts calcaires ne pouvant avoir d'adhérence que sur une surface qui a subi un commencement d'oxydation, nous fûmes amené à nous demander si les divers désincrustants employés dans l'industrie, d'une manière purement empirique, n'étaient pas simplement des réducteurs capables d'empêcher l'oxydation des tôles. En ce qui concerne le zinc, cette explication était indiquée tout naturellement par les propriétés du métal, qui décompose l'eau à 100° beaucoup plus énergiquement que le fer; elle a pu être facilement vérifiée. Le fer, enfermé en tube scellé avec du zinc et de l'eau au-dessus de 100°, conserve son poli, tandis que dans les mêmes conditions, en l'absence du zinc, il se recouvre rapidement d'oxyde. Nous avons constaté en même temps que, aux mêmes températures, en présence de l'eau pure, le zinc réduit le minium et la litharge, ce qui expliquerait l'altération de certains joints au minium signalée dans la pratique.

» Le bois de campêche ayant été employé assez souvent comme désincrustant, nous avons étudié l'action de l'hématoxyline. Ce corps absorbe l'oxygène au-dessus de 100° en présence de l'eau, mais il semble activer le dégagement d'hydrogène au lieu de le réduire. Après réaction, le liquide tient en suspension une matière violet noirâtre qui renferme du fer en proportion très notable.

» La fécule de pomme de terre, également usitée en pratique, n'absorbe nullement l'oxygène de l'air; elle semble aussi activer un peu la décomposition de l'eau. Le produit obtenu est noir et contient du fer, comme dans le cas précédent.

» Ces deux corps n'agissent donc pas comme réducteurs; mais les composés qu'ils donnent avec l'oxyde de fer n'ont que fort peu d'adhérence avec la tôle et permettent facilement la séparation des dépôts calcaires. »

ASTRONOMIE. — *Sur une méthode d'autocollimation directe des objectifs et son application à la mesure des indices de réfraction des verres qui les composent.* Note de M. **Ad. Martin**.

« On sait que, si l'on place un point lumineux au foyer d'un objectif, les rayons qui en émanent, réfractés par ce dernier, sortent parallèles par la surface du crown. Si l'on fait avancer le point lumineux vers l'objectif et sans s'écarter de son axe optique, les rayons, après les diverses réfractions, divergent d'un foyer conjugué virtuel d'autant plus rapproché que le point lumineux a été plus rapproché lui-même de l'objectif. En continuant à le déplacer dans le même sens, on arrivera à un moment où les rayons émergeront normalement à la surface du crown; supposons cette position du point lumineux atteinte. Il y aura, comme on le sait, partage de la lumière à cette surface; tandis qu'une partie pénétrera dans l'air, le reste se réfléchira dans le verre, et, comme cette réflexion aura lieu aussi normalement à la surface du crown, les rayons reviendront exactement sur eux-mêmes; ils suivront au retour le même chemin qu'à l'aller et reviendront converger de nouveau à leur point de départ, ou tout auprès si le rayon lumineux était un peu écarté de l'axe.

» C'est cet état de choses que j'ai pu utiliser pour résoudre quelques problèmes qui se posent dans la construction des objectifs.

» Le premier est relatif à l'homogénéité des matières que l'on emploie.

» Les procédés usités couramment pour l'examen des verres à l'aide d'une loupe qui sert ou d'instrument grossissant ou d'appareil illuminateur suffisent à constater certains défauts isolés et d'une étendue limitée; mais il en est d'autres qui leur échappent et qui ont pourtant une grande importance : telle est, par exemple, une certaine constitution gélatineuse ou demi-cristalline que j'ai pu constater dans des verres de toute origine, et en particulier dans le flint anglais qui était destiné à l'objectif de $0^{m},735$ que je construis pour l'Observatoire de Paris.

» Pour employer notre méthode, on fixera dans un cadre vertical le crown, qui aura été amené à la forme d'une lentille convergente, et l'on installera une source de lumière homogène de petite étendue au point que nous avons désigné plus haut, et que nous appellerons *foyer d'autocollimation*, où les rayons qui ont subi deux réfractions et une réflexion viennent converger de nouveau vers leur point de départ. En plaçant l'œil à

quelques millimètres en arrière de ce point, on verra la surface du verre entièrement illuminée, et l'on découvrira très facilement les défauts d'homogénéité du crown. On les notera, puis on lui adjoindra le flint, qui aura été travaillé de manière que l'ensemble de ces deux verres constitue un objectif aussi sensiblement achromatique que possible. On fera l'autocollimation par la réflexion des rayons sur la surface extérieure du crown, en plaçant l'œil un peu en arrière du foyer d'autocollimation, on apercevra les défauts de l'ensemble des deux verres; on en déduira ceux qu'on sait appartenir au crown et l'on connaîtra ainsi ceux que renferme le flint. En faisant tourner un des verres autour de son axe, on saura, par la persistance ou le déplacement de la position où se voient les défauts, si ceux-ci appartiennent au verre fixe ou à celui qu'on a fait tourner.

Mesure des indices de réfraction des deux verres qui composent l'objectif.

» La même méthode convient parfaitement à la mesure des indices de réfraction des verres employés; les résultats obtenus sont exacts à moins d'une unité près du troisième ordre décimal, ce qui est très suffisant pour le calcul définitif des courbures à donner aux objectifs. Elle présente d'ailleurs cet avantage que les quantités sont mesurées dans des conditions qui sont identiques à celles dans lesquelles elles concourent au résultat définitif. On commencera par mesurer l'indice du crown. Pour cela, on installera une aiguille fine au foyer d'autocollimation. On éclairera avec de la lumière homogène, réfléchie par une petite glace parallèle inclinée derrière l'aiguille, la partie centrale de la surface du verre; l'aiguille et son image se détacheront sur ce champ lumineux; on s'assurera, à l'aide d'un microscope faible visant à travers la glace parallèle, qu'elles sont bien à la même distance du crown, et l'on mesurera cette distance p avec le plus grand soin. Soient R le rayon de la première surface, R' celui de la surface où a lieu la réflexion normale, e l'épaisseur centrale du crown; on aura

$$n = \frac{(R' - e)(R + p)}{p(R + R' - e)}.$$

» En opérant avec les précautions nécessaires, j'ai trouvé, pour le crown d'un objectif de $0^m,17$ de diamètre que j'ai construit spécialement pour ces études, $n = 1,52205$; en opérant la collimation sur le même verre retourné et mesurant la nouvelle valeur de p, j'ai obtenu $n = 1,5222$. Enfin la mesure par le goniomètre sur un prisme fait avec un fragment du même verre m'a donné $n = 1,5215$.

» Cet indice étant connu, on assemble et on centre les deux verres dans leur monture, qu'on rend verticale, le flint tourné vers l'observateur; on place l'aiguille au foyer d'autocollimation, on éclaire le champ comme précédemment, et l'on mesure la distance commune de l'aiguille et de son image à la surface du verre. La connaissance des rayons de courbure du flint, de son épaisseur centrale e', de p et de P_1 permet d'obtenir la valeur de l'indice n'. Je l'ai trouvée ainsi égale à 1,619. La mesure au goniomètre sur un prisme fait avec un fragment de ce flint m'avait donné $n' = 1,6191$. La marche qu'on suit ici rend la mesure de n' indépendante de la valeur de n et assure ainsi l'exactitude du résultat.

» En retournant l'objectif entier et opérant l'autocollimation sur la surface extérieure du flint, mesurant la distance P'_1 du nouveau foyer au verre, admettant $n = 1,522$, j'ai trouvé $n' = 1,6196$.

» La concordance entre toutes ces déterminations montre que la méthode peut suffire à tous les besoins de la préparation et de la construction des objectifs astronomiques. Elle renseigne aussi d'une manière exacte sur l'état de leur achromatisme. En effet, les rayons se présentant normalement à la surface extrême de l'objectif, il n'y a pas de réfraction à cette surface, et le retour des rayons aura lieu sans que l'état d'achromatisme soit changé par leur double trajet à travers les verres. Si l'objectif est achromatique pour l'observation par collimation, il le sera mieux encore pour l'observation directe. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'emploi du sphéromètre.* Note de M. AD. MARTIN.

« La détermination des indices de réfraction qui a fait l'objet de la précédente Communication suppose la connaissance exacte des rayons de courbure des verres auxquels elle s'applique. Pour l'obtenir, je me sers du sphéromètre, qui est d'un emploi commode et sûr; mais, tel qu'il était construit généralement, sa sensibilité n'était pas en rapport avec la limite de ses indications : il pouvait indiquer le dix-millième de millimètre et n'était réellement sensible qu'au cinq-centième.

» Pour remédier à cet inconvénient, j'ai vu qu'il fallait 1° rendre l'instrument plus léger tout en lui conservant une rigidité suffisante, 2° abaisser le centre de gravité le plus possible, et surtout 3° *amener ce centre de gravité dans l'axe de la vis* à l'aide d'un contre-poids faisant équilibre à la petite règle qui sert à mesurer le nombre de tours du plateau.

» Après un premier essai dans cette voie en 1867, et qui m'avait donné

de bons résultats, j'ai demandé à M. Eichens, qui me les a construits avec une grande perfection, deux instruments de grandeurs différentes, l'un de $0^m,05$, l'autre de $0^m,134$ de diamètre. Ce dernier a les pieds et le cercle qui les relie, ainsi que l'écrou central avec sa vis, en bronze d'aluminium; ses pointes seules sont en acier. Le plateau, son bouton et la traverse qui qui porte le contre-poids sont en aluminium. L'instrument accuse nettement et avec sûreté le dix-millième de millimètre.

» Les procédés généralement employés pour mesurer le rayon r du cercle qui passe par les pointes sont défectueux. Celui auquel j'ai recours a cet avantage qu'il mesure la quantité $\frac{r^2}{2}$ dans des conditions qui sont les mêmes que celles dans lesquelles elle devra être employée.

» Je prends un miroir de verre et l'outil sur lequel il a été poli, je place une aiguille en son centre de courbure, et je m'assure qu'elle occupe cette position en constatant, à l'aide d'un microscope faible, que cette aiguille et son image sont en coïncidence; je mesure avec soin leur distance au verre, et j'ai ainsi avec exactitude le rayon R de la surface.

» Cela fait, je rends le miroir horizontal, et, après avoir posé sur lui le sphéromètre, je fais tourner la vis jusqu'à ce qu'elle soit en contact avec la surface, ce dont je m'assure à l'aide d'une *touche* faite d'un mince fil de laiton emmanché. Je lis les indications de l'instrument et j'opère de la même manière sur un plan éprouvé par la méthode optique.

» Le chemin parcouru par la pointe de la vis, évalué en dix-millièmes de millimètre, me donne la valeur de la flèche de courbure h. Introduisant dans la formule connue les valeurs de h et R mesurées ainsi directement, j'en déduis la valeur de $\frac{r^2}{2}$ qui me servira dans les mesures ultérieures.

» J'opère de la même manière sur l'outil qui a servi à polir le miroir, et j'ai une nouvelle valeur de h qui, reportée dans la formule avec R, qui n'a pas changé, me donne la valeur de $\frac{r^2}{2}$ correspondant aux surfaces convexes.

» Avec mon sphéromètre de $0^m,134$, $\frac{r^2}{2}$ est égal à 2252 pour les surfaces concaves et à 2246 pour les surfaces convexes. La différence n'est pas insignifiante, car, pour une flèche de courbure égale à $1^{mm},074$, $\frac{r^2}{2} = 2246$ m'a donné $R = 2^m,0917$, tandis qu'avec $\frac{r^2}{2} = 2252$ j'aurais eu $R = 2^m,0973$, ce qui aurait introduit des erreurs très appréciables dans le calcul des indices de réfraction. »

PHYSIQUE. — *Sur les causes du magnétisme terrestre*. Note de M. **Selim Lemström**, présentée par M. Tresca.

« Dans son Mémoire intitulé *Théorie des phénomènes électriques*, M. Edlund a expliqué les effets galvaniques par un courant d'éther dans le circuit et les phénomènes électrostatiques par des condensations et des raréfactions de cet éther. Il suit de là qu'un corps isolant, mis en mouvement avec une vitesse comparable à celle de l'éther dans le courant galvanique, doit produire les mêmes phénomènes. Mais comme, suivant la théorie, les molécules matérielles agissent en sens contraire, la différence entre les effets provenant de la répulsion des molécules d'éther et de l'attraction des molécules matérielles devient seule perceptible, d'où il suit que le phénomène doit être d'une manifestation assez difficile et qu'il ne se produira que dans des cas exceptionnels.

» Partant de ces idées, j'ai fait établir un tube en papier, avec deux parois concentriques, pouvant être mis en rotation rapide autour d'un cylindre de fer doux, librement suspendu dans la direction de l'axe vertical de rotation. En me servant d'une paire d'aiguilles astatiques, avec miroir suspendu par un fil d'argent très fin, j'ai réussi à constater que le tube à parois creuses agit comme un courant galvanique, en aimantant le cylindre de fer doux, dans l'un ou l'autre sens, suivant la direction de la rotation. Une explication minutieuse de ces expériences dépasserait de beaucoup les limites de la présente Note, et je dois me borner à indiquer les résultats suivants :

» 1° r représentant la distance en centimètres entre l'axe du cylindre de fer et l'axe vertical de la paire d'aiguilles, F et B les déviations en degrés, suivant que le tube tournait dans l'un ou l'autre sens, α les moyennes en valeur absolue de ces déviations, α' les chiffres calculés par une formule conforme à celle de la théorie potentielle, en supposant que la force varie en raison inverse du carré de la distance, l'expérience a conduit aux résultats suivants :

r.	F.	B.	$\frac{F+B}{2}=\alpha$ corrigé.	α' calculé.	Différence.
16,0	54,15	98,03	76,1	80,7	+4,6
17,5	40,40	74,03	57,2	52,9	−4,3
19,0	30,37	47,93	39,2	35,8	−3,4
20,5	20,87	32,53	26,7	26,7	0,0
22,0	15,17	27,37	21,3	20,4	−0,9
23,5	11,53	18,43	15,0	17,0	+2,0
25,0	10,98	13,33	12,2	12,6	+0,4

» Il faut remarquer que chaque degré répondait à 11″,16 d'arc.

» 2° En variant la vitesse de la rotation, on a constaté entre autres la série suivante, dans laquelle α' est calculé en supposant les déviations proportionnelles à la vitesse de la rotation :

$\frac{F+B}{2}=\alpha$ observé.	α' calculé.	Différences.
102,3	102,4	+ 0,1
57,8	58,9	+ 1,1
43,5	43,2	+ 0,3
36,4	35,6	− 0,8
28,3	27,5	− 0,8

» Comme c'est la vitesse relative entre les molécules d'éther du tube tournant et celles du cylindre de fer doux qui produit l'effet magnétique, il arrivera aussi que celui-ci s'aimantera d'une manière déterminée si on le fait tourner autour de son axe dans l'un ou dans l'autre sens, d'où il suit qu'un corps magnétique, tournant dans un espace isolant et, à plus forte raison, dans un espace dépourvu de molécules matérielles, doit s'aimanter comme s'il était entouré d'une bobine dans laquelle circulerait un courant galvanique d'une intensité déterminée par la vitesse de rotation et les dimensions du cylindre.

» La Terre est formée, selon toute probabilité, d'un noyau incandescent, entouré d'une couche refroidie dont l'épaisseur est d'environ 50^{km} ou 60^{km}. Les matières à l'état d'incandescence n'ont plus la faculté de s'aimanter; c'est donc la couche refroidie seule qui devient magnétique sous l'influence des forces d'aimantation.

» Suivant les géologues, la croûte terrestre contient environ 2 pour 100 de fer, et, si l'on imagine que toutes les molécules magnétiques soient concentrées sur une même couche à l'intérieur de la croûte, on aura une couche de matières magnétiques d'une épaisseur d'environ 1^{km}. Cette *couche magnétique*, qui est à peu près une sphère creuse et qui se trouve à une profondeur d'environ 30^{km} au-dessous de la surface terrestre, doit présenter, sous l'influence d'une certaine force, un moment magnétique presque égal à celui qu'elle présenterait si elle était une sphère solide.

» La Terre, étant un corps magnétique, tournant dans un espace d'éther, doit s'aimanter, parce que les choses se passent, au point de vue du magnétisme, à peu près comme si la Terre restait en repos et si l'espace éthéré tournait en sens contraire. Si l'on imagine la Terre divisée en une infinité de couches minces, normales à l'axe, on peut choisir à volonté une de ces

couches et y considérer un point quelconque. Choisissons la couche équatoriale et le point q situé dans la couche magnétique a, que nous supposons composée des aimants moléculaires. Quand l'aimant moléculaire q se déplace dans la direction de l'ouest à l'est, par suite de la rotation de la Terre, d'un petit chemin ds, il se produira nn effet semblable à celui qui proviendrait de ce que, la Terre restant en repos, les molécules d'espace d'éther parcourraient un chemin $-ds$ dans une direction opposée dans le plan, d'où proviennent une infinité d'éléments de courant qui agissent sur l'aimant moléculaire. En suivant un diamètre de la Terre passant par q, nous reconnaîtrions facilement qu'aux deux extrémités de ce diamètre se trouvent deux éléments de même grandeur, mais de directions contraires ; ces deux éléments s'entre-détruisent. Tous les éléments efficaces se trouvent donc entre les limites d'une sphère d'un diamètre égal à celui de la Terre. Si nous appliquons la formule bien connue de l'effet d'un courant élémentaire sur un pôle magnétique et si nous faisons la somme de tous les éléments efficaces, nous trouvons pour la force S, qui dirige notre aimant moléculaire suivant l'axe de la Terre, l'expression

$$S = \frac{4}{3}\mu I(r - h),$$

où μ signifie le moment magnétique de l'aimant moléculaire, I l'effet d'un élément de courant d'une section et d'une longueur égales à l'unité dans le plan de l'équateur, r le rayon de la Terre et h la distance de la couche magnétique à partir des limites de l'atmosphère.

» Pour tout le moment magnétique M, dans la direction de l'axe de la Terre, nous aurons, en ayant égard aux variations de la vitesse relative et de la direction de la force,

$$M = \frac{8}{3}\pi^2(r - h)^3\mu I.$$

» Ces explications concordent avec la formule de Gauss, et la discussion à laquelle nous nous sommes livré explique tout à la fois la position de l'axe magnétique ainsi que les variations séculaires, annuelles et diurnes ; elle est d'ailleurs en parfaite concordance avec les phénomènes accidentels des orages magnétiques et des aurores boréales. »

ÉLECTRODYNAMIQUE. — *Sur un paradoxe électrodynamique.* Note de M. GÉRARD-LESCUYER, présentée par M. Thenard.

« Les machines dynamo-électriques, dont la machine Gramme est le type le plus connu, sont réversibles, c'est-à-dire que, si on les fait traverser par un courant, elles donnent du mouvement et peuvent servir à transmettre de la force. Dans les mêmes conditions, les machines magnéto-électriques à *courants continus* jouissent des mêmes propriétés. Il n'y a là rien de neuf. Mais, si l'on envoie le courant produit par une machine dynamo-électrique dans une machine magnéto-électrique, on assiste à un phénomène étrange, que nous allons décrire.

» Aussitôt que le circuit est fermé, la machine magnéto-électrique se met en mouvement; elle tend à prendre une vitesse de régime, en rapport avec l'intensité du courant qui l'anime; mais subitement elle se ralentit, s'arrête et repart en sens contraire, pour s'arrêter de nouveau et tourner dans le même sens que précédemment. En un mot, elle est animée d'un mouvement alternatif régulier, qui dure autant que le courant qui l'actionne.

» Quelle est la cause de ce phénomène?

» Évidemment, le courant moteur doit changer de sens; un galvanomètre, introduit dans le circuit, le prouve. Mais comment cette inversion de courant peut-elle se produire lorsque la vitesse de la machine génératrice du courant (machine à vapeur, roue hydraulique, etc.) ne varie pas?

» Il faut donc qu'une cause extérieure vienne renverser les polarités des inducteurs de la machine dynamo-électrique génératrice, pour que cette machine donne naissance immédiatement à un courant de sens opposé qui vient inverser le sens de rotation de la machine réceptrice. Nous constatons ce renversement des polarités des inducteurs en plaçant dans leur voisinage une simple boussole, dont l'aiguille tourne brusquement d'un demi-tour à chaque changement d'aimantation des inducteurs.

» Or nous constatons que ces mouvements de la boussole coïncident avec ceux du galvanomètre : nous pouvons donc être assurés que ces deux phénomènes sont liés entre eux, et d'une manière si intime, que l'un doit être la conséquence de l'autre.

» Mais cela ne nous explique rien. Faisons une hypothèse, et supposons pour un instant, que la machine magnéto-électrique réceptrice peut, pour une raison *que nous ne rechercherons pas*, avoir périodiquement un accrois-

sement de vitesse. Dans les conditions de cette hypothèse, notre machine magnéto-électrique réceptrice, au lieu de continuer à tourner sous l'action du courant auquel elle était d'abord soumise, en vertu de sa vitesse *accrue*, donnerait naissance à un courant propre qui irait à son tour traverser la machine dynamo-électrique. Comme ce courant serait précisément de sens inverse de celui qui provenait de la machine dynamo-électrique génératrice, ce serait lui qui viendrait renverser les polarités des inducteurs et donner naissance à un nouveau courant, de même sens que lui, qui à son tour renverserait le sens de rotation de la machine réceptrice.

» Nous avons vu plus haut que le galvanomètre et la boussole constatent ces effets; mais, si notre hypothèse est vraie, ce phénomène ne devra plus se produire lorsque nous empêcherons, par un moyen quelconque, la machine magnéto-électrique réceptrice d'augmenter sa vitesse : pour cela, il suffit d'y adapter un frein.

» Or, aussitôt que ce frein entre en jeu, les effets précédents disparaissent : la rotation de la machine demeure constamment dans le même sens, le galvanomètre et la boussole demeurent immobiles.

» Que devons-nous conclure ? Rien, sinon que nous nous trouvons en présence d'un paradoxe scientifique, dont l'explication se fera, mais qui ne laisse pas d'être intéressant.

» L'expérience est très facile à réaliser; elle réussit autant de fois qu'on le veut, quelle que soit la vitesse choisie. Cependant, il est nécessaire de le dire, avec une machine génératrice telle que la machine Gramme ordinaire, dont les inducteurs sont en fonte, l'expérience est plus délicate et demande certaines conditions de vitesse, assez simples, en somme. Nous croyons que cet effet est dû à la nature même de la fonte, dont le magnétisme rémanent offre une certaine résistance au courant inverseur provenant de la machine magnéto-électrique réceptrice. Toute machine à inducteur en fer doux, prise comme génératrice, permet au contraire de réussir du premier coup, sans aucune précaution ni soin.

» Habituellement nous nous servons pour cette expérience, comme génératrice, d'une machine dynamo-électrique de Siemens, à courants continus, et, comme réceptrice, d'une petite machine Gramme de laboratoire, à aimant permanent ordinaire, construite par M. Breguet. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur l'ozone.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis.**

« A des températures très élevées, la transformation de l'oxygène en ozone et celle de l'ozone en oxygène obéissent probablement aux lois de la dissociation des systèmes homogènes, ainsi que M. Troost et l'un de nous l'ont déjà fait remarquer dans une Communication à l'Académie sur les corps susceptibles de se produire à une température supérieure à celle qui détermine leur décomposition complète.

» Aux températures moyennes, la décomposition de l'ozone est réputée toujours complète, lente à la température ordinaire, rapide dans le voisinage de 250° : c'est que la réversibilité, cette condition physique nécessaire et suffisante pour limiter les changements d'état, ne s'observe pas pour l'ozone à ces températures. L'instabilité de ce corps sera donc comparable à celle de l'acide hypochloreux ou à celle du chlorure d'azote en vapeur. Mais, tandis que la chaleur nécessaire pour constituer ces composés explosifs n'a pu jusqu'à ce jour être empruntée qu'à une réaction secondaire simultanée, la transformation allotropique de l'oxygène peut être déterminée par l'effluve électrique seule. L'acte de l'électrisation place *momentanément* l'oxygène dans les conditions analogues à celles des corps jouissant de la propriété de se combiner directement ou de se polymériser sous l'action de la chaleur.

» On admet que la température et la pression exercent une influence sur la proportion d'ozone formée dans l'oxygène. Les données numériques manquent à ce sujet : c'est que, si la pression peut varier à notre gré et être mesurée, il n'en est pas de même de la température du gaz pendant la formation de l'ozone. La température du gaz peut bien être incessamment ramenée à un degré fixe de l'échelle thermométrique, celle qu'il possède lors du passage de l'effluve n'en reste pas moins inconnue; cette indétermination rend les recherches sur l'ozone particulièrement difficiles et prive l'ensemble des résultats de cette simplicité qui caractérise les lois physico-chimiques des décompositions et des transformations limitées.

» Malgré ces difficultés, une Table à double entrée donnant les tensions de transformation de l'oxygène en ozone ferait connaître les conditions de température et de pression les plus favorables à la production d'une proportion d'ozone supérieure à celle obtenue jusqu'à ce jour, et permettrait d'acquérir quelques notions sur les lois de la transformation.

» L'appareil imaginé par M. Berthelot pour soumettre à l'effluve un volume limité de gaz est le meilleur qu'on puisse employer toutes les fois qu'on cherche à apprécier l'influence de la température sur la proportion d'ozone formée, parce que l'oxygène, placé dans un espace annulaire très resserré, est en contact avec une surface très grande.

» Les variations de pression éprouvées par l'oxygène qui se transforme partiellement en ozone dans ces appareils peuvent servir à mesurer les proportions relatives des deux gaz pendant l'électrisation ou mieux immédiatement après. La détermination du poids d'ozone formé, par les liqueurs titrées, contrôle utilement les résultats; mais cette méthode employée seule ne permet pas de suivre les phases de la transformation et d'en constater la rétrogradation, qui se produit toujours sous certaines pressions.

» Voici les proportions d'ozone qu'on peut obtenir en faisant varier la pression et la température :

	— 23°.		0°.		20°.		100°.	
Pressions.	Tension de l'ozone.	Proportion de l'ozone en poids.	Tension de l'ozone.	Proportion de l'ozone en poids.	Tension de l'ozone.	Proportion de l'ozone en poids.	Tension de l'ozone.	Proportion de l'ozone en poids.
760...	108,70	0,214	82,84	0,149	53,96	0,106	»	»
380...	51,68	0,204	38,76	0,152	31,54	0,125	1,48	0,0117
300...	40,20	0,201	30,60	0,1525	22,20	0,112	»	»
225...	24,80	0,191	22,95	0,153	15,52	0,104	0,088	0,0118
180...	22,30	0,181	16,58	0,137	10,52	0,089	»	»

» La tension de transformation de l'ozone dans l'oxygène soumis à l'effluve varie donc avec la température et avec la pression que supporte le mélange gazeux. Cette tension augmente rapidement de valeur lorsque la température s'abaisse : elle double, ou à peu près, en passant de 20° à — 23°. Des recherches en cours d'exécution nous permettront de fixer la température pour laquelle la transformation serait totale.

» Ces résultats montrent bien que les tensions de transformation qui limitent ces phénomènes complexes ne sont pas fonctions de la température seule; elles dépendent manifestement des pressions. Ces équilibres ne peuvent donc être rapprochés de ceux qui s'établissent dans les décompositions chimiques des combinaisons fixes et dans la production des vapeurs saturées aux dépens des corps solides ou liquides. L'analogie avec les phénomènes qui nous sont familiers est plus difficile à trouver que pour les transformations allotropiques du phosphore.

» Mais les résultats numériques cités plus haut établissent que le rapport du volume de l'ozone au volume total est à peu près indépendant de la pression entre des limites assez étendues. Ce rapport, peu variable entre l'ozone et l'oxygène, signale une analogie entre la transformation allotropique de l'oxygène *soumis à l'effluve électrique* et la dissociation des composés gazeux, car la dissociation de l'acide iodhydrique et celle de l'acide sélénhydrique, pour ne citer que les exemples les plus simples, sont, à certaines températures, limitées par des tensions sensiblement proportionnelles aux pressions totales. Les fractions d'acide iodhydrique décomposées à 440° sont :

	En centièmes.
Sous la pression de $4^{atm},4$	24,0
» 2,3	25,5
» 1,0	26,0
» 0,2	29,0

» La proportion d'iode et d'hydrogène libres croît, en réalité, à mesure que la pression diminue; la proportion d'oxygène par rapport à l'ozone croît plus nettement encore à mesure que la pression du mélange diminue. La combinaison de l'iode avec l'hydrogène et la transformation de l'oxygène en ozone, qui absorbent l'une et l'autre de la chaleur, seraient donc favorisées par un accroissement de densité.

» Aux températures supérieures à 0°, la proportion d'ozone est maximum pour $0^{atm},5$ environ; l'élévation de la température ralentissant la production de l'ozone, il est plus difficile d'épuiser l'action de l'effluve qu'au-dessous de 0°, surtout dans l'oxygène peu raréfié. Il n'est donc pas impossible que ce maximum soit une conséquence de la lenteur avec laquelle se fait la transformation au-dessus de 0°.

» L'influence de la pression sur la limite s'exerce d'ailleurs, à toutes ces températures, d'une façon parfaitement continue. Les expériences faites sous des pressions inférieures à 100^{mm} pourraient faire croire à des phénomènes de discontinuité. Nous les décrirons dans une prochaine Note sur la rétrogradation de la transformation de l'ozone pendant l'acte de l'électrisation, ainsi que ceux que l'on observe au point de vue de la formation de l'ozone, en opérant sur des mélanges d'oxygène et de gaz variés. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle modification isomérique de l'hydrate d'alumine.* Note de M. D. TOMMASI.

« L'hydrate d'alumine ordinaire, tel qu'on l'obtient en précipitant une solution d'alun avec l'ammoniaque, abandonné à lui-même en présence de l'eau, éprouve, au bout de trois mois environ, une modification moléculaire; de soluble qu'il était auparavant dans les acides et les alcalis, il est devenu insoluble, ou du moins fort peu soluble, comme l'alumine calcinée, bien qu'il renferme toujours ses 3^{mol} d'eau (¹).

» Les acides chlorhydrique et azotique concentrés ne dissolvent pas immédiatement le trihydrate d'alumine δ humide; pour que la solution ait lieu, il faut environ soixante heures, en employant pour 2^{gr} à 3^{gr} d'alumine humide 20^{cc} d'acide. Pour saturer un poids donné d'acide chlorhydrique avec l'alumine δ, il faut environ un mois. Si l'on emploie pour la même quantité d'alumine 50^{cc} d'acide chlorhydrique ou nitrique dilué au dixième, il faut alors plus de vingt-cinq jours pour que l'alumine puisse se dissoudre. 2^{gr} à 3^{gr} d'alumine humide, traités par 20^{cc} d'une solution très concentrée de potasse, ne se dissolvent qu'au bout de soixante heures. Avec une solution diluée de potasse (solution primitive $10^{cc} + 50^{cc}$ d'eau) l'alumine δ ne s'était pas encore entièrement dissoute après quarante jours.

» L'acide acétique cristallisable n'a pas non plus d'action sur l'alumine δ. Ainsi 2^{gr} à 3^{gr} d'alumine δ humide, traités par 20^{cc} d'acide acétique, ne se dissolvent qu'en très petite quantité; la presque totalité de l'alumine était restée sans se combiner à l'acide, même après quarante jours de contact.

» L'acide sulfurique concentré, ou peu dilué, se combine de suite avec l'alumine δ; 50^{cc} d'acide sulfurique à quatre centièmes ne dissolvent 2^{gr} à 3^{gr} d'alumine qu'au bout de six jours.

» Enfin, un autre caractère plus saillant permet de distinguer le trihydrate α (alumine normale) du trihydrate d'alumine δ : c'est que, tandis que l'alumine normale forme avec son chlorure un oxychlorure, l'alumine δ ne se combine pas avec son chlorure. »

(¹) Je propose de désigner par la lettre δ ce nouvel isomère du trihydrate d'alumine, afin de le distinguer de ses trois autres isomères, savoir : le trihydrate α (alumine normale), le trihydrate β (gibbsite) et le trihydrate γ (alumine colloïdale de Graham).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations relatives à une Note de M. E. Bourgoin sur l'action ultime du brome sur l'acide malonique.* Note de M. **B. Petrieff.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (¹), M. Bourgoin a indiqué que, en chauffant pendant six heures, à 170° et en tubes scellés, un mélange d'acide malonique et de brome, on observe la formation de notables quantités d'acide tribromacétique et de bromoforme.

» Je rappellerai à l'Académie que j'ai étudié l'action du brome sur l'acide malonique il y a plus de cinq ans.

» J'ai décrit les produits de substitution, l'acide monobromo et l'acide dibromomalonique, et, dès cette époque, j'ai montré que, par l'action du brome en excès sur l'acide malonique dissous dans l'eau, il se forme de l'acide carbonique, les acides dibromacétique et tribromacétique, et enfin du bromoforme (*Berichte der Deutsche chemische Geselschaft*, t. VIII, p. 730).

» S'il existe une différence entre les expériences de M. Bourgoin et les miennes, elle réside tout entière dans un détail d'opération. M. Bourgoin, en effet, chauffe la matière en tubes scellés et à une température assez élevée, tandis que j'ai réalisé cette réaction à l'air libre et à la température ordinaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la chaleur et le volume moléculaires des terres rares et de leurs sulfates.* Note de MM. **L.-F. Nilson** et **O. Pettersson.**

« Après avoir terminé un très long travail pour séparer et purifier quelques-unes des terres rares, nous sommes maintenant en état de communiquer la première série des déterminations concernant les propriétés physiques de ces terres qui, au point de vue chimique, sont d'une haute importance, savoir la chaleur et le volume moléculaires.

» Les déterminations suivantes, qui sont faites, dans les mêmes circonstances, avec des combinaisons chimiquement pures dont le poids moléculaire dans chaque cas est déterminé, sont donc parfaitement comparables entre elles. La chaleur spécifique est déterminée de 0° à 100° avec le

(¹) Séance du 12 juillet 1880, page 121 de ce Volume.

calorimètre Bunsen [1]; les sulfates aqueux ne pouvant supporter d'être chauffés à 100° sans décomposition, leur chaleur spécifique a été déterminée à 46°-47° dans la vapeur de CS^2. Les densités ont été obtenues par une méthode particulièrement adoptée pour éviter les erreurs provenant de l'adhésion de l'air aux substances pulvérulentes [2]. Les nombres donnés sont les moyennes d'au moins deux déterminations bien correspondantes. M. Lecoq de Boisbaudran a bien voulu mettre à notre disposition $0^{gr},138$ de gallium, et M. Clève l'erbine la plus pure qu'il ait obtenue jusqu'ici.

Combinaison.	Formule.	Poids moléculaire.	Densité.	Chaleur spécifique.	Chaleur moléculaire.	Volume moléculaire.
		Oxydes.				
Glucine	Gl^2O^3	75,3	3,016	0,2471	18,61	24,97
Alumine	Al^2O^3	102,8	3,990	0,1827	18,78	25,76
Saphir	Al^2O^3	102,8	3,990	0,1879	19,32	25,76
Chrysobéril	$\left\{\begin{matrix} Al^{\frac{3}{2}} \\ Be^{\frac{1}{2}} \end{matrix}\right\} O^3$	95,9	3,734	0,2004	19,22	25,69
Scandine	Sc^2O^3	136,0	3,864	0,1530	20,81	35,19
Oxyde de gallium	Ga^2O^3	184,0	»	0,1062	19,54	»
Yttria	Y^2O^3	227,0	5,046	0,1026	23,29	44,99
Oxyde d'indium	In^2O^3	274,8	7,179	0,0807	22,17	38,28
Erbine	Er^2O^3	380,0	8,640	0,0650	24,70	43,98
Ytterbine	Yb^2O^3	394,0	9,175	0,0646	25,45	42,94
Oxyde de lanthane	La^2O^3	326,0	6,480	0,0749	24,42	50,31
Oxyde de didyme	Di^2O^3	341,0	6,950	0,0810	27,62	49,07
Zircone	ZrO^2	122,0	5,850	0,1076	13,13	20,86
Bioxyde de cérium	CeO^2	171,5	6,739	0,0877	15,04	25,45
Thorine	ThO^2	264,0	9,861	0,0548	14,47	26,77
		Sulfates anhydres.				
Sulfate de glucium	$Gl^2, 3SO^4$	315,3	2,443	0,1978	62,37	129,07
» d'aluminium	$Al^2, 3SO^4$	342,8	2,710	0,1855	63,59	126,50
» de scandium	$Sc^2, 3SO^4$	376,0	2,579	0,1639	62,42	145,80
» de chrome	$Cr^2, 3SO^4$	392,4	3,012	0,1718	67,41	130,27
» ferrique	$Fe^2, 3SO^4$	400,0	3,097	0,1656	66,24	129,16
» de gallium	$Oa^2, 3SO^4$	424,0	»	0,1460	61,90	»
» d'yttrium	$Y^2, 3SO^4$	467,0	2,612	0,1319	61,60	178,80
» d'indium	$In^2, 3SO^4$	514,8	3,438	0,1290	66,41	149,77

(1) Voir notre recherche précédente (*Wiedemann's Ann.*, t. IV, p. 572; *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 823).

(2) Voir Otto Pettersson, *Molekularvolumina*, etc. (*Nov. Act. R. Soc. Sc. Ups.*, t. III, 1878).

Combinaison.	Formule.	Poids moléculaire.	Densité.	Chaleur spécifique.	Chaleur moléculaire.	Volume moléculaire.
		Sulfates anhydres (suite).				
Sulfate de lanthane.	$La^2, 3SO^4$	566,0	3,600	0,1182	66,90	157,22
» de cérium..	$Ce^2, 3SO^4$	567,0	3,912	0,1168	66,23	144,94
» de didyme.	$Di^2, 3SO^4$	581,0	3,735	0,1187	68,96	155,55
» d'erbium...	$Er^2, 3SO^4$	620,0	3,678	0,1040	64,48	168,57
» d'ytterbium.	$Yb^2, 3SO^4$	634,0	3,793	0,1039	65,87	167,15
» de thorium.	$Th^2, 2SO^4$	424,0	»	0,0972	41,21	»
		Sulfates aqueux.				
Sulfate de glucium.	$Gl^2, 3SO^4, 12H^2O$	531,3	1,713	»	»	310,17
» d'yttrium..	$Y^2, 3SO^4, 8H^2O$	611,0	2,540	0,2257	137,91	240,55
» de lanthane.	$La^2, 3SO^4, 9H^2O$	728,0	2,853	0,2083	151,64	255,17
» de cerium..	$Ce^2, 3SO^4, 5H^2O$	657,0	3,220	0,1999	131,33	204,04
» de didyme..	$Di^2, 3SO^4, 8H^2O$	725,0	2,878	0,1948	141,23	251,91
» d'erbium...	$Er^2, 3SO^4, 8H^2O$	764,0	3,180	0,1808	138,13	240,25
» d'ytterbium	$Yb^2, 3SO^4, 8H^2O$	778,0	3,286	0,1788	139,11	236,79

» En soustrayant de la chaleur et du volume moléculaires trouvés pour les sulfates aqueux les mêmes valeurs pour les sulfates anhydres, on obtient un reste exprimant la chaleur et le volume moléculaires de l'eau unie aux sulfates. Pour chaque molécule d'eau, il reste ainsi :

Sulfate aqueux.	Molécules d'eau.	Chaleur moléculaire.	Volume moléculaire.	Sulfate aqueux.	Molécules d'eau.	Chaleur moléculaire.	Volume moléculaire.
D'yttrium....	$8H^2O$	9,41	7,71	De cérium....	$5H^2O$	13,02	11,82
D'erbium...	$8H^2O$	9,20	8,95	De lanthane...	$9H^2O$	9,40	10,85
D'ytterbium..	$8H^2O$	9,15	8,70	De didyme....	$8H^2O$	9,03	12,04

» Pour 1^{mol} d'eau libre, ces valeurs sont égales à 18. La chaleur et le volume moléculaires de l'eau unie à ces sulfates sont donc diminués considérablement et ont donné en effet une valeur minimum jusqu'ici inconnue.

» Si l'on juxtapose des combinaisons isomorphes, par exemple, de Y, Er, Yb ou de La et Di, on voit facilement que la chaleur moléculaire des combinaisons intimement liées par isomorphisme s'accroît en même temps que le poids atomique du métal s'élève, tandis que, au contraire, le volume moléculaire diminue

» Pour ce qui concerne en particulier la question de l'atomicité du glucium, les nombres donnés ne laissent pas que d'être fort importants. Nous relevons ainsi que : 1° la chaleur atomique de l'oxygène est complètement

normale dans Gl^2O^3, fait déjà prouvé dans la Note précédente; 2° la chaleur et le volume moléculaires de Gl^2O^3 et de Al^2O^3 sont à peu près identiques, que l'alumine soit examinée comme saphir cristallisé ou comme poudre amorphe ; le chrysobéril, considéré, non comme un aluminate, mais comme $\left\{\begin{matrix} Al^{\frac{3}{2}} \\ Gl^{\frac{1}{2}} \end{matrix}\right\} O^3$, donne aussi des valeurs complètement identiques ; 3° la chaleur et le volume moléculaires du sulfate de Gl, comparés avec les mêmes nombres pour les sulfates de Al, Sc, Ga, Y, etc., parlent aussi en faveur de la formule Gl^2O^3, que nous adoptons. Si l'on compare toutes les circonstances mentionnées ici et dans nos recherches précédentes, avec ce fait que la chaleur spécifique et le volume atomique du glucium, ainsi que la chaleur et le volume moléculaires de la glucine et du sulfate, prendraient des valeurs exceptionnelles dans toute la Chimie si la terre était vraiment GlO, nous sommes convaincus que la question de la valence du glucium est tranchée définitivement. Il n'y a en effet aucune propriété physique du métal, de la terre ou du sulfate qui ne confirme notre opinion. Au point de vue chimique, le cas est entièrement le même. Ne pouvant pas revenir ici sur les nombreuses raisons qui pourraient être citées à ce sujet, nous renvoyons le lecteur à notre Mémoire détaillé, cité plus haut, où elles sont déjà relatées, et remarquerons seulement que déjà le glucium, par son sulfate double

$$3K^2O^2SO^2 + Gl^2O^6, 3SO^2,$$

typique pour tous les métaux de la gadolinite et de la cérite, se montre comme appartenant à la série de ces éléments, qui est certainement placée à côté, mais bien séparée d'une autre série qui donne un autre sulfate double

$$K^2O^2SO^2 + R^2O^6\,3SO^2 + 24H^2O$$

ou alun. Le fait d'où l'on a voulu tirer un motif pour la bivalence du glucium, que le chlorure fond et se volatilise à une température plus élevée que Al^2Cl^6, n'est d'aucune importance, car, dans la série de l'yttrium, avec des chlorures qui fondent et se volatilisent encore plus difficilement, se présentent bien des analogies pour le glucium, à cet égard aussi bien que sous tous les autres rapports. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une fermentation nouvelle du glucose.* Note de M. L. **Boutroux**, présentée par M. Wurtz.

« Dans la séance du 4 mars 1878 (t. LXXXVI, p. 605), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note intitulée *Sur la fermentation lactique.* Je dois maintenant rectifier une erreur que j'ai commise dans ce travail. L'acide qui se produit dans la fermentation que j'ai étudiée n'est pas, comme je le pensais, de l'acide lactique, de sorte que le titre même de la Note est inexact. Voici les principales propriétés de cet acide.

» Il est incolore, inodore, sirupeux, incristallisable. La chaleur le décompose très facilement. Chauffé à 58°, il brunit et perd lentement de son poids.

» Tous les sels qu'il forme sont, comme lui, facilement décomposés par la chaleur. Le sel d'ammoniaque se décompose lentement à 100°. Il brunit; puis, perdant toujours de son poids, il laisse un résidu tout à fait noir. Les sels de chaux, de baryte et de cadmium résistent à la dessiccation à 100°. Mais vers 140° le sel de chaux commence à brunir. Quand on porte l'acide ou l'un quelconque de ses sels à une température plus élevée, il noircit et se boursoufle comme le caramel.

» Cet acide est fortement réducteur. Il réduit à froid le nitrate de sous-oxyde de mercure à l'état métallique; à l'ébullition, il réduit les sels d'argent et d'or. A l'état libre, il réduit très faiblement la liqueur de Fehling bouillante; mais cette réduction doit être causée par une impureté, car elle est nulle quand on emploie, au lieu de l'acide libre, le sel de chaux, ou celui d'ammoniaque, ou celui de soude.

» Il s'oppose à la précipitation du perchlorure de fer par l'ammoniaque et à celle du nitrate neutre de bismuth par l'eau.

» Tous ses sels sont solubles dans l'eau et insolubles ou très peu solubles dans l'alcool; il existe cependant un sel basique de plomb insoluble dans l'eau. J'ai obtenu à l'état cristallisé les sels d'ammoniaque, de chaux, de baryte, de strontiane, de magnésie, de zinc, de cadmium et de plomb; je n'ai pas pu faire cristalliser ceux de potasse, de soude, de fer et de cuivre. La plupart des cristaux obtenus sont microscopiques : mais le sel d'ammoniaque se présente en gros cristaux mesurables; ce sont des prismes orthorhombiques, avec les modifications g^1, h^3, b^1, a^2, e^2, e^4; la face p est supprimée; l'angle du prisme est de 98°42′, et le rapport de la

base à la hauteur de 0,863. Le sel neutre de plomb cristallise en très petites tablettes hexagonales régulières.

» Je n'ai trouvé aucun pouvoir rotatoire au sel d'ammoniaque ni au sel de chaux.

» Pour préparer l'acide, je fais fermenter un mélange d'eau de levûre et de glucose en présence d'un excès de craie, en y semant l'organisme que j'ai isolé et que j'ai appelé par erreur *ferment lactique* dans ma première Note. J'obtiens ainsi le sel de chaux. De ce sel je passe au sel d'ammoniaque au moyen de l'oxalate d'ammoniaque; en chauffant le sel d'ammoniaque avec de la baryte, je prépare le sel de baryte; en précipitant celui-ci par le sulfate de cadmium, j'obtiens le sel de cadmium; dans ce dernier je fais passer un courant d'acide sulfhydrique, je filtre et j'évapore dans le vide : j'obtiens ainsi l'acide pur.

» L'analyse de cet acide m'a donné la formule $C^{12}H^{12}O^{14}$. C'est donc un produit d'oxydation du glucose. J'ai fait aussi l'analyse élémentaire du sel de chaux, en le brûlant par du chromate de plomb additionné d'un dixième de bichromate de potasse. J'ai trouvé ainsi la formule

$$C^{12}H^{11}CaO^{14} + HO$$

pour le sel séché à 100°. Le dosage des bases dans les autres sels m'a donné les formules suivantes :

Sel d'ammoniaque (séché à froid dans le vide)..	$C^{12}H^{12}O^{14}AzH^{3}$
Sel de baryte (séché à 100°)..................	$C^{12}H^{11}BaO^{14} + HO$
Sel de cadmium (séché à 100°)...............	$C^{12}H^{11}CdO^{14}$.

» La formule trouvée pour l'acide est la même que celle de l'acide gluconique, obtenu en 1870 par Hlasiwetz et Habermann (¹), par l'action du chlore sur le glucose. Les formules des sels sont également les mêmes, sauf pour l'eau de cristallisation; mais cela pourrait tenir à ce que la dessiccation n'a pas été faite à la même température. Comme d'ailleurs les propriétés de cet acide, telles qu'elles ont été décrites par ces deux chimistes, appartiennent toutes à l'acide que j'ai obtenu, je dois conclure à l'identité de ces deux acides.

» La production de l'acide gluconique dans la fermentation que j'ai étudiée se fait sans aucun dédoublement, par une simple oxydation; j'ai vérifié que dans le liquide fermenté le glucose disparu est remplacé par un poids un peu supérieur d'acide et que pour $1^{éq}$ d'acide formé il y a $2^{éq}$ d'oxygène absorbés.

(¹) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLV, p. 123; 1870.

» Ce n'est donc pas là une fermentation proprement dite, si l'on réserve ce mot pour les modifications profondes, accompagnées de dégagement de gaz, que subissent les matières fermentescibles sous l'influence de cellules vivantes. D'ailleurs, l'organisme qui produit cette transformation, au lieu d'être anaérobie comme ceux qui produisent les fermentations proprement dites, est essentiellement aérobie.

» Les faits qui précèdent laissent subsister tous ceux qui sont mentionnés dans ma première Note, pourvu qu'on remplace partout le mot *lactique* par le mot *gluconique*. Je renvoie donc à cette Note pour tout ce qui concerne l'étude morphologique et physiologique du ferment.

» Le résultat que j'ai annoncé dans cette même Note sur l'identité de ce ferment avec le *mycoderma aceti* a été confirmé par mes nouvelles expériences. Le même organisme, semé dans un milieu sucré, produit l'acide gluconique, et, semé dans un milieu alcoolique, produit l'acide acétique. Seulement il existe plusieurs espèces de *mycoderma aceti*, et je ne sais si toutes ces espèces sont également propres à la production de l'acide gluconique. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *De l'absorption et de l'élimination des poisons chez les Céphalopodes.* Note de M. E. YUNG, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M. Paul Bert a constaté, dans son étude physiologique de la *Sepia officinalis*, que cet animal se comporte vis-à-vis du curare et de la strychnine à peu près comme les animaux classiques de l'expérimentation. Les poisons étant des instruments physiologiques d'une grande délicatesse et par cela même très propres à nous éclairer sur la nature fonctionnelle des animaux inférieurs, j'ai étendu les observations de M. Bert à un grand nombre de Céphalopodes divers et j'ai expérimenté avec plusieurs poisons.

» Ces études ont surtout porté sur *Octopus vulgaris* et *macropus*, *Eledone moschata*, *Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris*, et elles m'ont donné chez tous des résultats comparables.

» L'absorption par la peau n'a lieu que d'une manière très faible. Un Poulpe, par exemple, peut porter impunément sous sa peau, pendant plusieurs heures, une dose de sulfate de strychnine dont la dixième partie suffirait pour le tuer immédiatement si elle était portée sur les branchies. C'est par ces derniers organes que l'absorption est en général la plus prompte; elle est même instantanée pour certaines substances (strychnine,

nicotine); pour d'autres, au contraire (curare, upas antiar), elle ne se fait que fort lentement. De là des différences apparentes dans la violence d'action des poisons, qui trouvent leur explication dans le pouvoir osmotique des substances employées. C'est ainsi que, si, au lieu de plonger l'animal dans une solution de curare et d'attendre longtemps que l'absorption branchiale ait produit la paralysie, on découvre la grosse artère céphalique et qu'on y injecte quelques gouttes de la solution, l'effet toxique se fait sentir très rapidement. Dans plusieurs cas d'absorption lente par les branchies, j'ai dû avoir recours à ce stratagème.

» La résistance relative que présentent certains animaux à l'action de certains poisons réside surtout dans la difficulté de l'absorption.

» Quant à l'élimination des poisons, elle s'effectue, chez les Céphalopodes, concurremment par deux organes, le foie et la poche du noir. On peut le démontrer d'une façon élégante avec la nicotine, par exemple. On empoisonne un Poulpe ou un Élédone en lui introduisant quelques gouttes du poison dans la cavité branchiale. Il survient rapidement des convulsions; les mouvements respiratoires sont bientôt abolis, mais les cœurs veineux et artériel continuent à battre quelques instants. Si après quelques minutes on retire le foie et la poche du noir, et qu'on les coupe en morceaux dans un vase renfermant un autre individu sain, ce dernier donne bientôt tous les signes de l'intoxication.

» Je ferai connaître prochainement l'action spéciale des différents poisons. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Vitesse de transmission de l'excitation motrice dans les nerfs du Homard.* Note de MM. **L. Frédéricq** et **G. Vandevelde**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Grâce à l'hospitalité si libérale que M. le professeur de Lacaze-Duthiers a bien voulu nous accorder dans ses laboratoires de Roscoff, nous avons pu compléter au bord de la mer les expériences que nous avions entreprises au laboratoire de Physiologie de l'Université de Gand, sur la vitesse de transmission de l'excitation nerveuse motrice dans les nerfs du Homard (nerf qui anime le muscle fléchisseur du doigt mobile de la pince). Nous avons eu recours à la seconde des deux méthodes (la méthode graphique) employées par Helmholtz dans ses recherches sur la propagation de l'influx nerveux moteur chez la Grenouille.

» A Gand, par une température de + 10°C. à + 12°C. (février et

mars 1879), nous avions trouvé que cette vitesse est de 6^m environ par seconde. Nous avons obtenu des chiffres plus élevés, 10^m à 12^m par seconde, dans les expériences exécutées à Roscoff en été (température de $+18°$ à $+20°$).

» L'excitation motrice se propage donc avec infiniment plus de lenteur chez le Homard que chez la Grenouille ou chez l'Homme. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la sensibilité différentielle de l'œil pour de petites surfaces lumineuses.* Note de M. AUG. CHARPENTIER, présentée par M. Vulpian.

« Il est admis, comme je l'ai rappelé dans une précédente Communication (5 juillet 1880), que l'œil distingue l'une de l'autre deux surfaces éclairées contiguës, pourvu que leur éclairement diffère au moins de $\frac{1}{100}$ environ. Or il est curieux de voir que cette valeur s'accroît dans de très larges proportions quand les deux surfaces sont suffisamment petites ou, ce qui revient au même, quand on les regarde d'assez loin.

» J'ai constaté ces faits à l'aide de l'appareil, déjà connu, qui me sert à graduer la lumière; cet appareil contient une lentille qui produit l'image d'un objet lumineux sur un écran en verre dépoli; en faisant varier à l'aide d'un diaphragme spécial la surface libre de cette lentille, on change dans la même proportion l'éclairement de l'image produite. Or on peut, en collant sur une des faces de cette lentille un petit prisme en verre, d'étendue et d'angle convenables, dévier une portion des rayons lumineux qui tombent sur elle, de manière à former sur l'écran deux images contiguës; il sera, dès lors, facile de faire varier l'éclairement relatif de ces deux images à l'aide du diaphragme mobile contenu dans l'appareil.

» L'expérience consiste à rechercher jusqu'à quel point on peut obscurcir ou éclairer l'une de ces deux images par rapport à l'autre sans cesser de les juger également éclairées.

» En donnant à chacune de ces deux surfaces lumineuses contiguës la forme d'un carré de $0^m,002$ de côté, j'ai placé à 3^m une personne de vue normale, et j'ai dû augmenter de $\frac{60}{100}$ en moyenne l'éclairement de l'un des deux carrés pour qu'il pût être distingué de l'autre. L'image formée par chaque carré sur la rétine devait avoir alors un peu plus de $\frac{10}{1000}$ de millimètre de côté.

» Pour une distance moitié moindre ($1^m,50$), et par suite pour une

image rétinienne de largeur à peu près double, la sensation différentielle a été de $\frac{33}{100}$.

» On voit combien ces nombres sont supérieurs au chiffre moyen de $\frac{1}{100}$, adopté pour la distinction de plus grandes surfaces lumineuses, chiffre qui, dans les expériences faites sur ces dernières, s'est montré indépendant de l'étendue des objets lumineux.

» Il y a donc, dans nos résultats, deux faits très spéciaux qui paraissent caractériser la vision des petits objets : le premier, c'est la remarquable faiblesse du pouvoir distinctif de l'œil pour les petites surfaces lumineuses; le second, c'est la proportionnalité qui semble exister entre ce pouvoir distinctif et le diamètre des petits objets (ou plutôt de leurs images rétiniennes). »

PALÉONTOLOGIE. — *Contributions à la flore paléozoïque*. Note de M. L. Crié, présentée par M. Chatin.

« Il n'est pas de fossiles qui aient donné lieu à autant d'hypothèses que les *Bilobites* (*Cruziana, Frœna, Fucoides*), dont les plus anciens vestiges ont été observés vers l'horizon des grès à *Eophyton* de la Scandinavie. Les remarquables travaux de MM. Hall, Unger, Torell, Nathorst et Linnarsson, bien que jetant quelque jour sur cette question pleine d'intérêt, présentent des résultats d'une étonnante diversité. Chez nous d'ailleurs, dans nos musées, dès qu'il s'agit de ces empreintes, tout est à l'état de documents épars, et, aussi bien pour les Bilobites que pour les Tigillites, c'est la multiplicité, la confusion qui dominent. A cet égard, les recherches que j'ai pu faire dans les quartzites inférieurs de l'ouest de la France ont été fructueuses. Une riche série de *Cruziana*, provenant de Chemiré-en-Charnie (Sarthe), m'a permis d'opérer le discernement de plusieurs formes étudiées sur place. Le *Frœna Goldfussii* Rlt., a surtout attiré mon attention, et, si je ne possède pas encore tout l'ensemble du Bilobite, je vois cependant le mode de bifurcation de ses parties essentielles avec une grande clarté. L'espèce est constituée par des cordons plus ou moins tubuleux, dont la largeur n'excède guère $0^{m},010$. Chaque accolade présente une dépression centrale et deux sillons latéraux parallèles. Sans trace du réseau superficiel, si compliqué chez certains types (*Cruziana furcifera, Bronnii, Rugosa*), les cordons, d'abord réunis, se bifurquent de la façon la plus nette; il existe aussi des indices de ramification qui permettent de croire

que les cordons étaient rameux et l'accolade amincie laisse voir la convergence des deux sillons latéraux vers la dépression centrale. Ce fossile en apprend plus que les nombreux fragments entassés dans nos musées.

» Que les *Fræna* ne comprennent pas des formes unilobées et des formes bilobées, comme on l'avait supposé, c'est un point sur lequel l'échantillon de Chemiré-en-Charnie ne peut laisser aucun doute. Le *Fræna Goldfussii* est effectivement unilobé ou bilobé suivant le point observé; l'empreinte laisse voir cette communauté d'origine en faisant toucher au doigt les causes accidentelles qui ont amené la rupture entre les diverses parties. J'incline à voir en cette production les vestiges d'une grande Algue tubiforme, dont l'analogie avec certains *Cylindrites* du lias ne saurait être méconnue. Rien parmi les *Thallophytes* de nos mers actuelles ne représente ces Algues du type paléozoïque. Si l'interprétation du *Fræna Goldfussii* est assez avancée pour qu'il soit permis d'établir quelque chose de précis à son égard, il est vrai de dire que la plus grande réserve est commandée dès que nous étudions les autres *Fræna*, qui nous sont presque toujours parvenus d'une manière obscure et fragmentaire. Un document tel que celui de Chemiré-en-Charnie peut seul produire, en pareille matière, la conviction scientifique. Des recherches ultérieures me permettront de faire connaître plus complètement l'organisation de ce fossile. Aujourd'hui j'ai cru utile d'insister sur le mode de bifurcation des tubes ou cylindres constituant vraisemblablement la partie stipitale de l'Algue : c'est là que se décèle la nature végétale du *Fræna Goldfussii*. Les paléontologistes qui verront l'échantillon de Chemiré-en Charnie (Sarthe) n'auront nul doute sur ce point; notre empreinte leur en fournira une certitude absolue. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La Loire, le Loiret et les courants souterrains du val d'Orléans.* Note de M. SAINJON, présentée par M. Daubrée.

« Le val d'Orléans est situé sur la rive gauche de la Loire; on sait que ce val est sillonné par des courants souterrains, auxquels sont directement empruntées les eaux qui alimentent la ville d'Orléans depuis l'année 1864; c'est également à ces courants qu'est liée l'existence des sources fort connues du Loiret.

» Les eaux souterraines dont il s'agit proviennent de la Loire elle-même, mais elles y rentrent toutes, après un trajet relativement peu considérable.

» On peut indiquer le point où commencent les premières pertes souterraines de la Loire. Ce point est situé près du hameau de Bouteille (commune de Guilly), à 41^{km} en amont d'Orléans. Il ne peut y avoir de doute à cet égard, car des jaugeages comparatifs que j'ai fait faire avec le moulinet de Voltman n'accusent pas de différence sensible à Bouteille et en amont de Bouteille, tandis qu'ils donnent des chiffres plus faibles à peu de distance en aval.

» On peut également indiquer et même préciser le point où la rentrée en Loire des eaux perdues s'est intégralement effectuée; ce point coïncide avec l'embouchure du Loiret (9^{km} en aval d'Orléans), et l'on retrouve immédiatement en aval de cette embouchure les mêmes débits qu'en amont de Bouteille : c'est ce qui résulte également des nombreuses opérations faites avec le moulinet de Voltman.

» La restitution à la Loire des eaux qu'elle a perdues n'a pas uniquement lieu à ciel ouvert par le Loiret; elle a lieu en outre par des rentrées de fond, dans le lit même de la Loire. Ces rentrées ne commencent qu'auprès d'Orléans, de sorte que c'est là que le fleuve est réduit à son minimum de débit, ou, en d'autres termes, c'est au droit d'Orléans que la somme des courants souterrains du val atteint son débit maximum.

» Les variations d'état de la Loire amènent nécessairement des variations corrélatives dans ses pertes souterraines, et celles-ci en amènent à leur tour dans les débits du Loiret.

» La Loire a donc, entre Bouteille et le confluent du Loiret, deux cours, l'un à ciel ouvert, le long des escarpements qui règnent presque sans interruption sur la rive droite, l'autre à travers le val d'Orléans, et celui-ci est souterrain, du moins en grande partie, puisqu'une fraction seulement des eaux dérivées devient visible au Loiret.

» Quant au val d'Orléans, il se présente sous la forme d'une grande dépression, d'une superficie de 14400^{ha}, dont le niveau moyen est seulement de 4^m à 5^m au-dessus des plus basses eaux de la Loire, et il est limité sur la gauche par des coteaux. C'est au pied de ces coteaux que coulent d'abord le petit ruisseau du Dhuy, puis le Loiret, qui n'est que la continuation du Dhuy, mais du Dhuy brusquement transformé par les sources abondantes provenant de la Loire.

» La configuration topographique que je viens d'indiquer est la conséquence du mouvement de dislocation qui a déterminé la faille dans laquelle s'est établi le cours de la Loire. Or cette faille se subdivise, à Bouteille, en deux branches qui se rejoignent au confluent du Loiret : la Loire

coule dans la branche de droite, le Loiret dans la région la plus accentuée de la branche de gauche, et l'îlot compris entre ces deux branches s'est affaissé pour former le val d'Orléans.

» Les sondages ont appris, de plus, qu'il existait dans le val d'Orléans de nombreuses fissures et même des cavernes. Cela est facile à comprendre, car l'affaissement auquel ce val correspond n'a pu s'opérer, sans fendiller les couches calcaires dans bien des directions. Il faut donc se représenter les deux branches, rive droite et rive gauche de la faille, comme communiquant ensemble, sous le val d'Orléans, par un plus ou moins grand nombre de conduits souterrains.

» Tout s'explique dès lors : la Loire arrive à Bouteille par une faille unique à travers l'argile plastique; la faille se bifurque à Bouteille, et cette bifurcation concorde avec l'apparition, sous les sables et graviers du lit du fleuve, des calcaires fissurés, à travers lesquels commencent les pertes qui alimentent les courants souterrains du val d'Orléans. Puis, à partir du point où les calcaires émergent dans les branches de la faille, c'est-à-dire près du château de la Source pour celle de gauche, et d'Orléans pour celle de droite, une partie des eaux souterraines donne naissance au Loiret qu'elles grossissent graduellement, tandis que le surplus rentre successivement en Loire. Aucun de ces courants ne s'égare en dehors, parce que l'affaissement dont j'ai parlé plus haut a rompu toute communication entre les couches calcaires des escarpements de droite et des coteaux de gauche et celles correspondantes du val, qui sont brusquement à un niveau inférieur, de sorte que le débit de la Loire se reconstitue intégralement au point où les deux branches de la faille se referment, c'est-à-dire au confluent même du Loiret.

» Quant à la manière dont s'effectuent matériellement les pertes et les rentrées d'eau qui font l'objet de cette étude, les choses s'expliquent d'elles-mêmes là où les couches fissurées affleurent au fond même du lit. Rien de plus simple également partout où les fissures sont directement en contact avec les sables et graviers. Mais le plus souvent les sables et graviers sont séparés des couches fissurées par des dépôts argileux, ou plus ou moins argilo-sablonneux, et la communication n'est alors possible que sur les points accidentels où ce toit imperméable a disparu.

» Il est probable d'ailleurs que ces cheminées de communication correspondent plutôt à des cavités et cavernes qu'à de simples fissures, car il ne se passe guère d'année où l'on n'ait à signaler, dans le lit de la Loire, des effondrements partiels qui donnent lieu soit à des pertes, soit à des

rentrées d'eau, suivant la région dans laquelle ils se produisent, et se présentent presque toujours sous la forme d'entonnoirs circulaires ou cônes renversés, à talus réguliers, par le fond desquels le terrain meuble de la surface disparaît presque instantanément.

» Des effondrements se sont produits et se produisent encore dans le val d'Orléans, et par conséquent en dehors de la Loire; on en a constaté des exemples en 1846, lors de la construction du chemin de fer de Vierzon, et les entonnoirs d'ancienne date, aujourd'hui plus ou moins comblés, qui sont si multipliés sur le territoire des communes de Saint-Denis-en-Val et de Saint-Jean-le-Blanc, n'ont pas une autre origine. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le gisement de silex taillés d'El Hassi* (*Sahara algérien*). Note de M. **G. Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« M. H. Weisgerber rapporte du Sahara une grande quantité de silex taillés, pointes de flèches et débris de tailles, recueillis à la surface du sol tout le long de l'itinéraire de la mission de Laghouat-El Goleah-Ouargla-Biskra.

» M. Jourdan et moi avons découvert à El Hassi, à mi-chemin entre Laghouat et El Goleah, un gisement de ces silex, recouverts par un dépôt récent de sources calcaires, aujourd'hui disparues.

» Les puits d'El Hassi se trouvent à la tête de la vallée sèche de l'Oued Sobti. Cette vallée est excavée dans le plateau crétacé du Mzab et d'El Goleah, lequel est constitué par un système presque horizontal de couches calcaires, appartenant à l'étage turonien. A El Hassi, le calcaire est blanc, compacte, dur, sans fossile. Les bancs crétacés sont traversés par des veinules de calcaires concrétionnés quaternaires, qui forment des croûtes à la surface. Ces croûtes empâtent accidentellement des silex provenant des niveaux supérieurs. Le fond de la vallée est occupé par un poudingue bréchiforme, composé de débris de calcaires crétacés et d'un ciment compacte de calcaire concrétionné. Le poudingue quaternaire est recouvert par une faible épaisseur de limon et celui-ci par un travertin récent. Ces dépôts successifs ont été ravinés par le petit ruisseau de l'Oued Sobti, où leur superposition apparaît clairement, et le long duquel j'ai relevé une série de coupes géologiques.

» Un des puits supérieurs d'El Hassi est creusé dans le lit même du ruisseau. En ce point, la berge droite est verticale et a 2^m. Elle montre le limon nettement recouvert par le travertin. A la partie supérieure du limon,

c'est-à-dire au niveau de la surface de l'ancien sol, se présente un lit de sables quartzeux, identiques aux sables des dunes, avec petits débris de calcaires légers, ayant sans doute été transportés par les vents. C'est à ce niveau que nous avons trouvé, M. Jourdan et moi, des silex incontestablement taillés de main d'homme; ils sont en place et entièrement pris dans la couche sableuse. Nous en avons recueilli sur une longueur de 30^m, en suivant l'affleurement et en pratiquant de petites sous-caves sous le travertin.

» Le travertin superposé comprend plusieurs nappes distinctes. Le calcaire est poreux et blanchâtre vers le bas, compacte et brun vers le haut. L'épaisseur est de $0^m,60$ au bord du ruisseau; elle peut atteindre $1^m,50$ au maximum. Le travertin occupe toute la largeur de la vallée, soit à peu près 500^m; en aval, il suit le thalweg, se rétrécit et cesse à 1500^m environ plus loin. Ce dépôt de sources est de l'époque actuelle; la durée nécessaire à sa formation peut n'avoir pas été longue, même si on la rapporte aux temps historiques.

» Les sources ont entièrement disparu à El Hassi, et les puits qu'on y rencontre sont alimentés par de petites nappes d'infiltration, renfermées dans les couches crétacées sous-jacentes. Ce fait vient s'ajouter à d'autres tendant à prouver que le Sahara, depuis qu'il est habité par l'homme, est de plus en plus privé d'eau, et par suite de plus en plus désert. »



AÉROSTATION. — *Sur les moyens d'obtenir des épreuves photographiques en ballon libre.* Note de M. P. DESMARETS, présentée par M. Janssen (Extrait.)

« Les aéronautes ont toujours été frappés de la netteté avec laquelle les objets terrestres se dessinent à leurs pieds; ils ont souvent comparé les paysages qu'ils apercevaient à des Cartes en relief. Aussi l'idée de tirer des clichés photographiques du haut de la nacelle est-elle fort ancienne.

» M. Nadar réussit, en 1868, à obtenir quelques clichés à bord de la nacelle du ballon captif de M. Henri Giffard, à l'hippodrome du bois de Boulogne. En 1878, M. Henri Giffard, ayant fait construire le ballon captif des Tuileries, autorisa M. Dagron à reprendre les expériences de M. Nadar.

» Mais il restait à résoudre le problème plus important de prendre des photographies en ballon libre. Quoique, dans le récit de son ascension dans le *Volta* pendant le siège de Paris, récit qu'il a adressé à l'Académie, M. Janssen ait fait très judicieusement remarquer que ces opérations

délicates devaient réussir dans un grand nombre de cas, on ne saurait citer aucune tentative sérieuse.....

» Dans l'ascension que j'ai exécutée le 14 juin dernier, à $5^h 45^m$ du soir, à l'occasion des fêtes de Rouen, j'ai été assez heureux pour obtenir deux clichés, dont je mets des épreuves sous les yeux de l'Académie.

» La chambre noire était carrée, du format ordinaire, demi-plaque à châssis doubles, à glaces 18×18.

» L'objectif, de la maison Derogy, était un aplanétique 21×27. Son foyer mesurait $0^m,29$ et son diaphragme $0^m,035$ de diamètre. Les lentilles avaient $0^m,044$ d'ouverture.

» L'obturateur électrophotographique a été combiné par moi, de concert avec M. de Combettes, en m'inspirant du système d'obturateur instantané que M. Janssen a organisé d'une façon si parfaite pour son Observatoire de Meudon. Il se compose d'un disque en caoutchouc durci, percé de deux ouvertures circulaires placées sur un même diamètre et égales en grandeur à celle des lentilles de l'objectif. Ce disque est mis en rotation rapide par un mouvement d'horlogerie. Les déclanchements s'opèrent au moyen d'un courant électrique, agissant sur deux électro-aimants Bourbouze, et obtenu à l'aide de 2 petits éléments à renversement au bisulfate de mercure de M. Trouvé.

» J'ai employé, comme plaques sensibles, des glaces au gélatino-bromure d'une fabrication spéciale et préparées par M. Laisné. Je me suis servi du développement à l'oxalate de fer pour révéler mon image.

» Je n'ai pu encore exécuter les expériences nécessaires pour évaluer quelle a pu être la fraction de seconde pendant laquelle la plaque impressionnable est restée exposée à la lumière [1]; mais, comme les épreuves sont très nettes, il faut que le temps de pose ait été extrêmement réduit.... »

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

---

[1] $\frac{1}{15}$ de seconde.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 juillet 1880.

Traité de Géométrie supérieure; par M. Chasles. 2e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

Études économiques sur l'exploitation des chemins de fer; par M. J. de la Gournerie. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

Chambre des Députés. Discours prononcé par M. le baron Larrey dans la séance du 14 juin 1880. Projet de loi sur l'administration de l'armée. Paris, A. Wittersheim et Cie, 1880; in-8°.

Une application des images accidentelles; par M. J. Plateau. Bruxelles, impr. F. Hayez, 1880; opuscule in-8°.

Ministère de la Marine et des Colonies. Aide-Mémoire d'Artillerie navale; 1re livr., 1880. Paris, typ. G. Chamerot, 1880; 2 livr. in-8° et Atlas in-folio.

Ministère de la Marine et des Colonies. Mémorial de l'Artillerie de la Marine; t. VIII, 1re livr. Paris, typogr. G. Chamerot, 1880; texte in-8°, Atlas in-folio.

Tératologie entomologique. Recueil de Coléoptères anormaux; par feu M. S. Mocquerys, avec Introduction par M. J. Bourgeois. Rouen, impr. L. Deshays, 1880; in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 5e série, t. I, 1878. Lyon, Pitrat aîné, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône; par A. Falsan *et* E. Chantre. Lyon, impr. Pitrat aîné, 1875; Atlas in-folio.

Ornithologie de la Sarthe. Échassiers, — Rapaces, Grimpeurs, Pigeons, Gallinacés, — Palmipèdes, — Passereaux; par Amb. Gentil. Le Mans, impr. Monnoyer, 1878-1880; 4 br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Traité pratique des affections cutanées ou maladies de la peau; par le Dr Th. Brame. Paris, E. Savy, sans date; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

La forme protogénique dans les trois règnes, ou la matière, le mouvement et la vie. — Eloge de Velpeau. — Essai sur l'air atmosphérique dans ses rapports avec l'Hygiène et l'Agriculture. — Recherches sur la cristallisation du soufre. — Sur l'état utriculaire de l'eau. — Quelques traits de l'histoire physico-chimique et naturelle de l'eau. — Lumière, spectre solaire, couleurs propres des

objets, contrastes. — Etudes sur les vins. — Rôle des nitrates en Agriculture. — Sur le chaulage-pralinage à la potasse caustique et au sable, et sur le chaulage alcalin. — De la loi des proportions multiples de Dalton et des atmosphères particulaires; par M. Ch. Brame. Paris et Tours; 11 broch. in-8°.

Le globe terrestre et ses merveilles naturelles; par MM. Klein *et* Thomé. Édition française par M. Ch. Baye. 2e livr. Paris, Fr. Ebhardt, 1880; in-8°.

Au pôle nord; par F. von Hellwald. Traduction de Ch. Baye. 2e livr. Paris, Fr. Ebhardt, 1880; in-8°.

Rapport entre les silex taillés préhistoriques et les ossements fossiles de Pachydermes dans les lieux mêmes; par le Dr E. Robert. Saint-Denis, impr. Lambert, sans date; opuscule in-8°. (Deux exemplaires.)

De la meilleure disposition à donner aux caisses et cartons des collections d'insectes; par A. Preudhomme de Borre. Bruxelles, impr. Weissenbruch, 1880; in-8°. (Extrait des *Annales de la Société entomologique de Belgique.*)

Tableau statistique du nombre des Belges qui ont pris part aux diverses expositions industrielles; par A. de Hemptine. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin du Musée de l'Industrie de Bruxelles.*)

Meteorological observations at stations of the second order for the year 1878. London, J.-D. Potter, 1880; in-4°.

Contributions to our knowledge of the meteorology of the artic regions; Part II. London, J.-D. Potter, 1880; in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaïde Observatory during the year 1878, *under the direction of* Ch. Todd. Adelaïde, printed by E. Spiller, 1879; in-4°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani; disp. 3a, marzo 1880. Roma, A. Paolini, 1880; in-4°. (Deux exemplaires.)

A. Bartoli. *Una nuova esperienza sulla elettrolisi con deboli elettromotori. — Fenomeno dell'elettrolisi dell'acido solforico concentrato, etc. — Relazione fra la coesione specifica, la densita e il calorico specifico di una classe di liquidi. — Dimostrazione elementare di un teorema relativo alla teoria del raggiamento dato dal prof. R. Clausius. — Su le polorità galvaniche, etc. — Apparecchio per la determinazione dell' equivalente meccanico del calore. — Le leggi delle polarità galvaniche.* Pisa, Salvioni, 1879-1880; 7 broch. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 avril 1880.)

Page 890, ligne 16, *supprimer* $=\sqrt{}$.
Page 890, lignes 19 et 28, et page 892, ligne 24, *remplacer* r par τ.
Page 893, ligne 2, *au lieu de* $\cos\theta$, *lisez* $\cos i$.

(Séance du 19 juillet 1880.)

Page 172, ligne 15, *au lieu de* α-oxybutyramide, *lisez* α-oxybutyrocyamine.
Page 173, *au lieu de*

$$
\begin{array}{l}
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CH^3 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CH^2 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\quad \diagup AzH - CH \\
AzH = C \qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\quad \diagdown AzH^2 - CO - OH,
\end{array}
$$

lisez

$$
\begin{array}{l}
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CH^3 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CH^2 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\quad \diagup AzH - CH \\
AzH = C \qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\quad \diagdown AzH^2 \quad CO, OH;
\end{array}
$$

au lieu de

$$
\begin{array}{l}
\qquad\qquad\qquad\qquad CH^3CH^3 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\; \diagdown\diagup \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CH \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\quad \diagup AzH - CH \\
AzH = C \qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\quad \diagdown AzH^2 - CO - OH,
\end{array}
$$

lisez

$$
\begin{array}{l}
\qquad\qquad\qquad\qquad CH^3CH^3 \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\; \diagdown\diagup \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad CH \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\quad \diagup AzH - CH \\
AzH = C \qquad\qquad\quad\;\; | \\
\qquad\qquad\quad \diagdown AzH^2 \quad CO, HO.
\end{array}
$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AOUT 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur la préparation du chlore;* par M. **Berthelot.**

« 1. La préparation du chlore, au moyen du bioxyde de manganèse et de l'acide chlorhydrique, est accompagnée de circonstances singulières qui ont attiré souvent l'attention des chimistes.

» En effet, la réaction est fondée sur la formation du chlorure manganeux, MnCl, corps dont la composition ne répond pas à celle du bioxyde MnO^2. Mais le dégagement du chlore est précédé par la production d'une liqueur brune, regardée en 1821, par Forchammer, comme renfermant un sesquichlorure; en 1865, par Nicklès [1], et depuis par M. Fisher [2], comme con-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. V, p. 162. Nicklès pensait avoir obtenu ce bichlorure à l'état de combinaison éthérée, en traitant le bioxyde de manganèse par le gaz chlorhydrique, en présence de l'éther. Mais, chose singulière, il semble ressortir du langage de l'auteur que la préparation ne réussit pas avec le chlore et le chlorure manganeux.

(2) *Journ. of the Chem. Soc.*, t. XXXIII; *Transactions*, p. 409; 1878.

tenant un bichlorure de manganèse. Cette liqueur n'est complètement décolorée que par l'ébullition. Si on l'étend avec une grande quantité d'eau, elle se trouble et dépose un peroxyde de manganèse hydraté (Forchammer), démontré identique avec le bioxyde, quelle qu'ait été la composition originelle du suroxyde dissous dans l'acide chlorhydrique, d'après M. Fisher.

» J'ai repris l'étude de ces réactions, au double point de vue thermique et chimique; les faits que j'ai observés prouvent qu'elles sont accompagnées de phénomènes d'équilibre, dans lesquels les proportions relatives d'eau, d'acide chlorhydrique et de chlore jouent un rôle essentiel. Ils montrent que la formation du composé brun soluble n'exige pas seulement la présence du chlore et du manganèse, mais aussi celle d'un notable excès d'acide chlorhydrique : ce serait un chlorhydrate perchloruré de manganèse.

» Voici mes observations.

» 2. *Action du chlore sur le chlorure manganeux.* — Une solution concentrée de ce sel, renfermant environ $MnCl + 11HO$ [1], a été saturée à refus par le chlore gazeux en présence d'une atmosphère de ce gaz pur; elle en a dissous seulement $2^{gr},0$ par litre vers 12°; c'est-à-dire moitié moins que l'eau ($4^{gr},0$) et à peu près autant que le chlorure de magnésium concentré ($2^{gr},3$). Les rapports équivalents dans cette liqueur étaient à peu près $145\,MnCl : Cl$.

» Dans un autre essai, fait à 19° avec un courant plus prolongé et avec commencement de décomposition de l'eau, 1^{lit} du même chlorure manganeux a dissous $3^{gr},5$ de chlore ($80\,MnCl : Cl$). La chaleur dégagée dans cet essai a été trouvée pour les trois premiers quarts moindre que pour le dernier quart; soit, en la rapportant par le calcul à un même poids de chlore $35^{gr},5$: $+2^{Cal},2$ au début; $+3^{Cal},3$ à la fin. Ces chiffres sont de l'ordre de ceux qui expriment la chaleur de dissolution du chlore dans l'eau pure ($+1^{gr},5$ sans action chimique, et jusqu'à $+3^{gr},7$ avec formation d'oxacides du chlore).

» Ces faits sont peu favorables à l'hypothèse d'un simple bichlorure de manganèse.

» 3. La liqueur précédente n'a pas tardé à laisser précipiter quelque peu de bioxyde de manganèse, en même temps qu'elle absorbait une nouvelle dose de chlore, aux dépens de l'atmosphère du flacon; cette double réaction continuait encore au bout d'un mois. Cependant, même après

---

[1] Densité : 1,380; chaleur spécifique : 0,645.

deux mois, le rapport équivalent entre le chlore absorbé successivement et le chlorure manganeux n'avait pas atteint 1 : 55.

» On peut se rendre compte de cette réaction lente et limitée, en remarquant que les sels métalliques sont en partie décomposés par l'eau qui les dissout : le chlorure manganeux dissous renferme donc un peu d'oxyde manganeux, susceptible d'être peroxydé par les oxacides du chlore. Mais la formation de l'acide chlorhydrique, corrélative de celles des oxacides du chlore, arrête la réaction à un certain terme, parce que cet hydracide tend à dissoudre en sens inverse le bioxyde de manganèse.

4. S'il en est ainsi, la dilution doit accroître la formation du bioxyde de manganèse, car elle accroît la quantité de chlorure manganeux décomposé.

» En effet, la solution concentrée de chlorure manganeux saturée de chlore ayant été étendue avec neuf fois son volume d'eau, il s'y est produit un abondant précipité de bioxyde de manganèse, lequel a augmenté pendant un certain temps. La même chose arrive si l'on mêle le chlorure manganeux concentré avec dix fois son volume d'eau de chlore. Le rapport était ici 5MnCl : Cl. Au bout de deux mois, il restait encore dans la liqueur diluée du chlorure manganeux et du chlore libres, coexistant avec l'acide chlorhydrique formé et avec le bioxyde précipité : ce qui établit l'existence de certains équilibres.

5. *Action de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse.* — On a pris du bioxyde naturel, lavé avec l'acide chlorhydrique très étendu, puis séché à une douce chaleur. Ce bioxyde se dissout complètement dans l'acide concentré. On en a pesé $0^{gr},100$, que l'on a mis en suspension dans 10^{cc} d'une solution renfermant $0^{gr},160$ d'hydracide, c'est-à-dire, un léger excès de bioxyde par rapport à l'hydracide. Il s'est produit, à froid, du chlore et une liqueur brune; mais la réaction est demeurée fort incomplète.

» A 100°, avec les mêmes matières dans les mêmes proportions, maintenues en contact pendant vingt heures dans un tube scellé, l'action a été plus loin, sans cependant devenir complète. La liqueur, après refroidissement, a régénéré peu à peu du bioxyde de manganèse hydraté, adhérant aux parois, et dont la formation a duré plusieurs jours.

Cette rétrogradation a été plus marquée encore dans un tube, où un léger excès de bioxyde de manganèse anhydre avait été chauffé à 200°, pendant vingt heures, avec de l'acide chlorhydrique à 3 pour 100.

On voit par là que les limites de l'équilibre qui caractérise ces réactions changent avec la température; ce qui s'explique à la fois par la décomposition croissante du chlorure manganeux sous l'influence de l'eau et par la dissociation croissante des hydrates d'acide chlorhydrique.

» 6. *Action du chlore sur le chlorure manganeux et l'acide chlorhydrique.* — Une solution concentrée du sel (MnCl + 11 HO) a été mêlée avec la moitié environ de son volume d'acide concentré (renfermant 30 pour 100 de HCl) et l'on y a dirigé un courant de chlore. La liqueur a bruni aussitôt, mais sans donner lieu à un précipité, même au bout de trois mois. Saturée à refus vers 14°, dans une atmosphère de chlore, elle contenait $5^{gr},9$ de chlore libre par litre.

» Les mêmes solutions de chlorure manganeux et d'acide chlorhydrique, ayant été additionnées séparément de dix fois leur volume d'eau, puis mélangées et saturées de chlore vers 14°, 1^{lit} du mélange a absorbé $5^{gr},35$ de chlore, sans qu'il y eût d'abord ni coloration ni précipité. Mais au bout de quelques semaines une trace très visible de bioxyde de manganèse, adhérente aux parois du flacon, s'est manifestée. On voit par là que le bioxyde peut se former dans des liqueurs étendues, même en présence d'un grand excès d'hydracide (Cl + 3 HCl + 2,7 MnCl + 370 H^2O^2).

» 7. Revenons aux solutions concentrées. La solubilité du chlore ($5^{gr},9$ par litre) y est triple des chiffres observés avec le chlorure manganeux pur (2,0); la chaleur dégagée est également beaucoup plus forte. Avec une solution renfermant MnCl + 11 HO, additionnée des $\frac{2}{5}$ de son volume d'une solution concentrée (30 pour 100 d'hydracide), j'ai trouvé :

Première partie de chlore dissoute,	$\overset{gr}{1,57}$,	a dégagé pour $35^{gr},5$ de chlore absorbé		$+\overset{Cal}{4,6}$.
Deuxième	»	0,51,	»	+ 3,2.
Troisième	»	0,24,	»	+ 3,3.

» Le premier chiffre est double de la première quantité de chaleur (+ 2,2) dégagée par la dissolution du chlore dans le chlorure manganeux. Les absorptions consécutives du chlore produisent des quantités de chaleur plus faibles et fort voisines l'une de l'autre.

» Il semble donc, d'après les solubilités aussi bien que d'après les chaleurs dégagées, que la première action du chlore sur le chlorure manganeux mêlé d'acide chlorhydrique concentré produise un composé spécial, lequel ne se forme pas en l'absence de l'hydracide : c'est un véritable *chlorhydrate perchloruré de manganèse,* dérivé sans doute du perchlorure d'hydrogène, signalé dans une Note précédente, et tel que

$$HCl^3 + n\,MnCl, \quad \text{ou} \quad Mn^2Cl^4 + n\,HCl.$$

» 8. C'est à ce composé que sont attribuables les circonstances connues de la préparation du chlore, ainsi que les faits que je viens de décrire.

» En effet, ce composé étant dissocié, la liqueur renferme toujours du

chlore libre, qui se dégage dès que sa proportion surpasse celle qui est déterminée par le degré propre de dissociation du composé.

» La dissociation croît avec la température, comme le prouvent les expériences de rétrogradation par refroidissement; mais celles-ci ne sont possibles que parce que le chlore demeure en présence de la liqueur dans des tubes scellés.

» Si le chlore est entraîné au dehors, comme il arrive dans la préparation ordinaire de ce corps simple, non seulement la rétrogradation n'aura pas lieu, mais l'équilibre initial ne pourra subsister, et la décomposition du chlorhydrate perchloruré de manganèse se poursuivra jusqu'à devenir totale.

» 9. L'influence de la température étant ainsi comprise, il reste à expliquer celle de l'eau, je veux dire la précipitation du bioxyde par la dilution. Cet effet est dû en partie à la séparation partielle du chlorure manganeux en oxyde et acide libres par la dilution, comme il a été dit plus haut; mais il résulte aussi et principalement de la diversité d'état chimique de l'acide chlorhydrique dans les liqueurs concentrées, comparées aux liqueurs étendues. Les liqueurs étendues, en effet, ne renferment guère que des hydrates chlorhydriques saturés d'eau (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 149 à 151), hydrates ayant perdu dès lors une dose d'énergie plus grande que l'hydracide anhydre contenu dans les liqueurs concentrées. La différence est telle que, s'il ne se produisait pas de phénomène secondaire, le chlore devrait transformer entièrement le chlorure manganeux étendu en bioxyde de manganèse, car

$$\mathrm{MnCl}\text{ étendu} + 2\mathrm{HO} + \mathrm{Cl}\text{ gaz} = \mathrm{MnO^2} + 2\mathrm{HCl}\text{ étendu, dégage : } +3^{\mathrm{Cal}},7.$$

La réaction générale se passe, en effet, d'après cette équation. Cependant elle ne devient pas totale, mais c'est à cause de la formation du chlorhydrate chloruré de manganèse signalé plus haut et du dégagement de chaleur auxiliaire (+ 4,6) qui en est la conséquence.

» Ce composé se produit donc d'une manière nécessaire; mais, comme il est dissocié, il ne se forme que jusqu'à une certaine limite, laquelle dépend des proportions relatives des composants et de la température : de là les équilibres signalés plus haut. Voilà ce qui arrive dans les liqueurs étendues.

» Au contraire, dans les liqueurs concentrées, renfermant une dose suffisante d'hydracide non saturé d'eau, il ne pourra se produire de bioxyde de manganèse, parce que la réaction de ce corps sur l'hydracide anhydre

contenu dans les liqueurs dégage de la chaleur. On aurait en effet

$$MnO^2 + 2HCl\,gaz = MnCl\,anhydre + Cl\,gaz + 2HO\,gaz : + 12^{Cal},9.$$

» Cette conclusion s'applique aussi aux dissolutions concentrées d'hydracide, parce que, dans l'état dissous, une portion d'hydracide n'est pas combinée à l'eau sous forme d'hydrate stable et que cette portion est apte à dégager encore $+ 10^{Cal}$ à 12^{Cal} environ, comme je l'ai montré ailleurs : quantité capable de compenser et au delà les $+ 3^{Cal},7$ qui répondent à l'action inverse.

» J'ai eu occasion de développer bien des fois et d'expliquer cette opposition entre les réactions des hydracides étendus et celles des hydracides concentrés vis-à-vis des métaux, des sulfures métalliques, des substances réductibles, etc. (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 153, 409, 505, 529, 534, 559, etc.), opposition qui a pour effet le renversement des réactions avec la dilution. La même théorie s'applique en principe à l'attaque du bioxyde de manganèse par l'acide chlorhydrique concentré. Cette attaque se produit d'autant plus sûrement qu'elle est facilitée par le concours de la chaleur de formation (+ 4,6) du chlorhydrate perchloruré de manganèse, composé dont la formation et la dissociation servent d'intermédiaires au développement du chlore gazeux. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de combustion;* par M. **Berthelot.**

« M. Thomsen vient de publier, dans les *Berichte* de la Société chimique de Berlin, les résultats de ses expériences sur la chaleur de combustion des gaz carbonés et des composés cyaniques. Ces publications, postérieures, les unes de plusieurs mois, les autres de plusieurs semaines, à celles que j'ai faites dans les *Comptes rendus*, confirment de la façon la plus remarquable la plupart des nombres que j'ai obtenus. Par exemple, j'avais trouvé pour la chaleur de combustion de l'oxyde de carbone C^2O^2, + 68,30 : M. Thomsen, rectifiant le nombre 66,8 qu'il avait publié il y a quelques années, donne maintenant + 68,37. Pour le gaz des marais, j'ai trouvé + 213,5 : M. Thomsen donne un chiffre identique [1].

[1] Pour les autres gaz hydrocarbonés, il y a des différences sensibles, qui me paraissent dues, soit à la pureté inégale des corps, soit au caractère incomplet des combustions ordinaires des gaz riches en carbone.

Pour le cyanogène, j'ai trouvé + 262,5 : M. Thomsen, + 261,3. Pour le gaz cyanhydrique, j'ai trouvé ([1]) + 159,3 : M. Thomsen ([2]) : + 159, 5.

» Les derniers chiffres s'écartent à peine, comme je l'ai montré ([3]), de ceux que l'on déduit de mes anciennes expériences sur la transformation de l'acide cyanhydrique par voie humide, en les calculant avec la vraie chaleur de formation de l'ammoniaque. Ils établissent que la chaleur de formation du gaz cyanhydrique par le cyanogène et l'hydrogène gazeux est positive (+ 7,8) : ce qui est conforme de tout point aux vues qui m'ont conduit l'année dernière à réaliser cette synthèse.

» Quoi qu'il en soit, la concordance des résultats numériques obtenus de part et d'autre pour les oxydes de l'azote et les composés cyaniques est des plus précieuses pour les savants qui s'occupent de Thermochimie ; elle efface les dernières traces de l'erreur commise sur la chaleur de formation de l'ammoniaque, et, par suite, des corps que l'on y avait rattachés : erreur dont les conséquences ont pesé pendant bien des années sur la Science. »

CHIMIE. — *Synthèse de l'hexaméthylbenzine et de l'acide mellique;* par MM. C. **Friedel** et J.-M. **Crafts**.

« Dans notre première Communication sur une méthode générale de synthèse d'hydrocarbures ([4]), nous avons annoncé que l'on peut obtenir le toluène et d'autres benzines méthylées, en faisant passer un courant de chlorure de méthyle dans de la benzine additionnée de chlorure d'aluminium et légèrement chauffée. Nous signalions la formation d'hydrocarbures bouillant au-dessus de 190°, point d'ébullition de la benzine tétraméthylée (durol), et nous pensions alors déjà que parmi ces hydrocarbures se trouvaient la pentaméthylbenzine et l'hexaméthylbenzine, non encore connues.

» Nous avons depuis répété en grand l'action du chlorure de méthyle, non plus sur la benzine, mais sur le toluène, que l'on peut se procurer dans un état de pureté aussi grand, et ce qui a beaucoup facilité pour nous

([1]) *Comptes rendus,* séance du 12 juillet, parus le 17.
([2]) *Berichte,* parus le 26 juillet.
([3]) Ce Volume, p. 79 et 81.
([4]) *Comptes rendus,* t. LXXXIV, p. 1394.

l'opération, c'est l'emploi du chlorure de méthyle liquéfié, que l'on peut se procurer maintenant dans le commerce, grâce aux intéressants travaux de M. Camille Vincent. Le chlorure de méthyle, sortant du cylindre, passe à travers un appareil à boules, rempli d'acide sulfurique concentré, puis encore dans un tube à ponce sulfurique; il passe ensuite successivement dans deux ballons à long col, dans lesquels on a introduit le toluène, additionné d'environ $\frac{1}{10}$ de son poids de chlorure d'aluminium; il n'est pas inutile de faire plonger le tube de dégagement dans une éprouvette ou dans un tube rempli de mercure, de manière à exercer sur le gaz une pression de 100^{mm} à 150^{mm} de mercure. Le tube à mercure lui-même est plongé dans un vase plein d'eau, de manière à permettre l'absorption de l'acide chlorhydrique qui se dégage sans que l'humidité puisse entrer dans les ballons à toluène. Ceux-ci sont plongés dans un bain-marie à niveau constant, dont la température, constante également, est réglée à 80° environ. Dans ces conditions, l'opération peut marcher d'une manière continue, jour et nuit, et l'on arrive assez rapidement à saturer le toluène de méthyle, ou au moins à obtenir un produit qui renferme principalement les produits de substitution les plus élevés.

» Lorsqu'on pense être allé assez loin, on verse dans l'eau, en agitant le contenu des ballons, on décante la couche supérieure huileuse, et l'on soumet à la distillation fractionnée, d'abord avec un appareil Le Bel-Henninger, puis, pour les parties bouillant au-dessus de 200°, avec un appareil formé d'un ballon mince à long col, auquel est soudé dans la partie supérieure du col un tube latéral. On arrive à séparer, après quelques distillations, et dès la première lorsque la méthylation a été poussée assez loin, des parties restant liquides et d'autres qui se solidifient. Ces dernières, encore mélangées de liquide, sont exprimées dans un linge, puis pressées entre des doubles de papier. En répétant ces opérations et les fractionnements, on arrive à obtenir des portions bouillant d'une manière constante vers 190°, vers 225° et à 264°. Toutes trois sont solides : la première fond à 110°, c'est le durol; la deuxième à 50°, c'est la pentaméthylbenzine; la troisième à 164°, c'est l'hexaméthylbenzine, ainsi que l'indiquent les nombres trouvés à l'analyse et les densités de vapeur :

	Densité.	Théorie.
Pentaméthylbenzine....................	5,27	5,12
Hexaméthylbenzine....................	5,73	5,61

» Les portions intermédiaires, formées de mélanges de ces mêmes produits, peuvent être purifiées par de nouvelles distillations.

» C'est la manière la plus commode d'arriver à la séparation. Nous avons essayé de l'effectuer par des cristallisations dans l'alcool; le liquide dissout plus facilement le durol et la pentaméthylbenzine que l'hexaméthylbenzine. Cette dernière est peu soluble à froid dans l'alcool, et, par des cristallisations fractionnées, on arrive à enrichir les mélanges en hexaméthylbenzine, ce que l'on reconnaît à l'élévation de leurs points de fusion. Mais ce procédé est lent et incomplet.

» Nous avions pensé pouvoir nous servir de l'acide sulfurique, qui semblait devoir attaquer les benzines non entièrement méthylées, en respectant l'hexaméthylbenzine. Nous avons, en effet, reconnu que le durol peut être facilement enlevé aux mélanges, mais il ne paraît pas en être de même de la pentaméthylbenzine; de plus, lorsque l'action de l'acide sulfurique se prolonge, il se forme des composés renfermant du soufre, qui ne sont solubles ni dans l'eau ni dans les alcalis, et dont la présence souille l'hexaméthylbenzine qui était restée indissoute.

» En employant ces divers procédés de purification, mais particulièrement la distillation fractionnée, nous sommes parvenus à préparer plusieurs centaines de grammes d'hexaméthylbenzine pure, fondant à 164°.

» Dès que nous en avions eu en mains une petite quantité, nous avions essayé de l'oxyder, afin d'en dériver si possible un acide hexacarbonique, qui devait être, ainsi que l'ont fait voir les beaux travaux de M. Baeyer, l'acide mellique. M. Baeyer a montré, en effet, que l'acide mellique est un acide dérivé de la benzine, au même titre que l'acide benzoïque, avec cette différence que l'acide benzoïque renferme une fois le groupe $(CO^2H)'$, remplaçant H, et que l'acide mellique renferme six fois le même groupe $(CO^2H)'$ remplaçant les 6^{at} d'hydrogène de la benzine. L'hexaméthylbenzine renfermant six fois le groupe $(CH^3)'$ remplaçant les 6H de la benzine, si l'on parvenait à transformer ces six groupes méthyle en autant de carboxyles, on devait tomber sur l'acide mellique.

» Notre premier essai, fait sur une petite proportion de carbure avec l'acide azotique légèrement étendu, nous avait donné un acide ayant quelques caractères de l'acide mellique et fournissant un sel d'argent dont la composition se rapprochait du mellate d'argent.

» Plusieurs autres expériences, faites avec l'acide azotique seul, à divers degrés de concentration, puis avec cet acide d'abord et avec le permanganate de potassium, pour achever l'oxydation commencée par l'acide azotique, n'ont pas donné de bons résultats. Nous avons obtenu des acides, ou plutôt des mélanges d'acides, dans lesquels pouvait se trouver un peu

d'acide mellique, mais en même temps de l'acide oxalique et d'autres acides cristallisables. On ne s'en étonnera pas, si l'on veut se rendre compte du grand nombre d'acides différents qui peuvent se former dans cette oxydation. Le nombre des acides méthylés et carboxylés, avec substitution totale des six hydrogénés de la benzine, ne doit pas être moindre que douze, sans compter ceux qui peuvent se former avec oxydation complète et séparation d'un certain nombre de groupes méthylés. Or, dans plusieurs oxydations, nous avons constaté un dégagement d'acide carbonique.

» Nous avons été plus heureux en nous servant, comme moyen d'oxydation, du permanganate de potassium en solution aqueuse à froid. L'hexaméthylbenzine, finement pulvérisée, a été laissée en contact pendant longtemps (plus de deux mois) avec la solution de permanganate. Celle-ci ne s'est pas entièrement décolorée, quoiqu'il s'y soit déposé une grande quantité d'oxyde de manganèse. On y ajoute un peu d'alcool pour décolorer la solution, on filtre, puis on évapore à siccité au bain-marie. Il reste une masse saline qui renferme de l'acétate de potassium, provenant de l'oxydation de l'alcool, et un autre sel qui donne exactement les mêmes réactions que le mellate de potassium préparé avec l'acide naturel.

» L'un comme l'autre a donné : avec le chlorure de baryum, un précipité gélatineux, qui s'est transformé en une masse de petits prismes cristallins; avec le chlorure de calcium, un précipité en fines aiguilles; avec le sulfate de cuivre, un précipité amorphe; avec le sulfate de zinc, un précipité soluble dans un excès du réactif, et précipitant par la chaleur en petits prismes groupés, qui paraissent orthorhombiques; avec l'azotate d'argent, un précipité amorphe; pas de précipité avec le sulfate de magnésium.

» Le sel d'argent a donné à l'analyse les nombres correspondant à la composition du mellate.

» Il déflagre en laissant un mélange de charbon et d'argent.

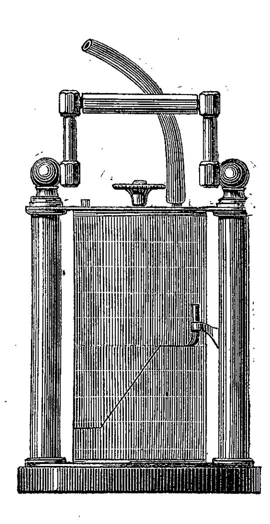
» Le sel de potassium est insoluble dans l'alcool, comme le mellate, et peut ainsi être séparé de l'acétate, qui s'y dissout facilement.

» L'oxydation de l'hexaméthylbenzine a donc été complète, et nous avons obtenu l'acide mellique; la constitution que nous avions admise pour le carbure, d'après les analogies, se trouve par là complètement vérifiée. En même temps, nous avons réalisé, par une voie encore assez directe, la synthèse d'un des acides naturels les plus complexes et les plus intéressants. »

PHYSIOLOGIE. — *Études sur la marche de l'homme;* par M. **Marey.**

« Les études sur la marche humaine, dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats, vont être reprises en opérant sur un grand nombre d'individus de tailles et de forces différentes, portant des charges plus ou moins grandes, et chaussés de diverses manières. M. le Ministre de la Guerre a bien voulu mettre à ma disposition de jeunes soldats soumis à des exercices gymnastiques progressifs, dont il sera important de constater les résultats.

» C'est au moyen de l'odographe que sera étudiée la marche, ainsi que les circonstances qui modifient la longueur ou la fréquence des pas. La figure ci-dessous représente l'odographe, appareil qui inscrit sous forme d'une courbe



le nombre de pas exécutés en un temps donné. J'ai donné ailleurs la description de cet instrument et ses applications diverses ([1]). Il suffit de rappeler qu'il est formé d'un cylindre qui tourne uniformément sous l'influence d'un rouage d'horlogerie placé à son intérieur et d'une plume qui trace sur ce cylindre. La plume s'élève, à chaque pas, d'une petite quantité, toujours la même; ce mouvement lui est communiqué par un petit soufflet à air placé sous le pied et relié avec la partie supérieure de l'odographe

([1]) Voir *La méthode graphique*. Paris, 1878; in-8°.

par un tube de caoutchouc qui monte à l'intérieur du pantalon. Cette partie supérieure de l'instrument contient un rouage spécial, chargé de conduire la plume suivant une ligne verticale. Chaque appui du pied, soufflant une petite quantité d'air, fait passer une dent de ce second rouage et fait monter la plume d'une petite quantité. Plus les pas se répètent vite, plus la plume s'élève rapidement parallèlement à l'axe du cylindre.

» Si le cylindre était immobile, la plume tracerait une ligne verticale sur le papier qui le recouvre; mais, par l'effet de la rotation du cylindre, la ligne résultante sera oblique, ainsi qu'on le voit sur la figure. On y remarque d'abord une ligne horizontale, à gauche et en bas du papier; cette ligne exprime que la plume était immobile et que le cylindre seul était en mouvement; plus loin, dans le sens ordinaire de la lecture, on voit une ligne oblique ascendante résultant des mouvements combinés de la plume et du cylindre : c'est qu'alors on marchait; enfin, une nouvelle ligne horizontale annonce que la marche avait cessé et que le cylindre seul était en mouvement sous l'influence du rouage d'horlogerie.

» Les tracés de cet instrument sont donc identiques à ceux que l'administration des chemins de fer donne à ses employés, et qui expriment, par des courbes plus ou moins inclinées, les vitesses et les arrêts des trains aux différentes heures du jour.

» Le nombre des pas se compte, sur l'odographe, par la projection de la courbe tracée sur l'axe des ordonnées, le temps par la projection de la même courbe sur l'axe des abscisses. Mille pas font élever la plume de $0^m,010$; une heure fait tourner le cylindre de $0^m,060$.

» Si le pas d'un homme avait 1^m de longueur, 1^{km} parcouru ferait donc élever le style de $0^m,010$; mais on constate que pour ce parcours le style s'est élevé de $0^m,013$, $0^m,014$ et parfois $0^m,017$: on en conclut que la longueur moyenne du pas était de $0^m,76$, $0^m,71$ et même $0^m,60$. Or un grand nombre de circonstances modifient la longueur du pas.

» Le pas est plus long en montée qu'en descente, plus long pour l'homme non chargé que pour celui qui porte des fardeaux, plus long pour celui qui a des chaussures à talons très bas que pour celui qui porte des talons élevés, plus long pour le marcheur dont la semelle est épaisse et se prolonge un peu en avant du pied que pour celui dont la chaussure est courte et flexible.

» Ces faits, que j'ai fréquemment constatés sur moi-même, doivent être analysés avec grand soin.

» Il faut chercher les limites entre lesquelles chacune des influences dont

il vient d'être question produit l'effet le plus avantageux. Ainsi, il semble qu'on puisse avec profit abaisser indéfiniment la hauteur du talon des chaussures, mais il ne paraît pas avantageux d'en allonger les semelles au delà d'une certaine limite, ni de leur donner une rigidité absolue. L'expérience seule, si elle porte sur un grand nombre de sujets, pourra déterminer la forme exacte que doit avoir la chaussure du marcheur.

» D'autre part, la fréquence du pas est un élément non moins important de la question ; on l'estime au moyen de l'odographe avec toute la précision désirable. Les moindres changements dans le rythme de la marche s'accusent par des inflexions de la ligne tracée; celle-ci n'est rectiligne que dans le cas de parfaite uniformité du rythme du pas ; elle présente une concavité tournée en haut quand le pas s'accélère, une concavité tournée en bas si le pas se ralentit. Or, il peut arriver que telle influence qui augmente la longueur du pas en ralentisse le rythme ; c'est le cas de la pente ascendante du terrain, qui est, comme on le sait, une cause de ralentissement de la marche. Mais, d'autres fois, le pas s'allonge et s'accélère en même temps : il en résulte une marche plus rapide. Ces deux facteurs, longueur et fréquence du pas, augmentent parallèlement dans la marche en plaine ; il suffit alors d'accélérer le rythme de la marche pour faire des pas plus longs, ou réciproquement d'augmenter la longueur de ses enjambées pour en accélérer le rythme. J'ignore si le pas s'accélère également quand on en augmente la longueur par la forme des chaussures; il semble qu'il en ait été ainsi dans quelques expériences que j'ai faites sur moi-même. Mais j'estime que les résultats seront beaucoup plus concluants quand ils seront obtenus sur des hommes ignorant complètement ce qui devra se produire dans chacune des expériences auxquelles on les soumettra.

» Il y aura lieu également d'étudier l'influence de la nature du terrain sur lequel se fait la marche, les effets de la température ambiante, de l'état d'abstinence ou de digestion, de fatigue ou de repos du marcheur, etc. On comparera enfin la marche libre à celle dont le rythme est réglé par le tambour ou par le clairon. Enfin, on suivra les modifications que pourra produire la gymnastique dans la marche des soldats qui seront soumis à ces exercices.

» Dans mes premiers essais, il me fallait une chaussure spéciale pour me servir de l'odographe; aujourd'hui je me borne à introduire dans la chaussure du marcheur une petite semelle qui porte dans son épaisseur le soufflet relié au tube de l'odographe. Cette simplification permet d'expérimenter sur tout individu et avec toute espèce de chaussure. »

RAPPORTS.

GÉNIE CIVIL. — *Rapport sur le projet contenu dans les documents déposés par M.* de Lesseps, *pour l'ouverture d'un canal interocéanique à Panama* [1].

(Commissaires : MM. Daubrée, Sainte-Claire Deville, amiral Mouchez, baron Larrey, général Favé, Lalanne, de la Gournerie rapporteur.)

SECONDE PARTIE.

ÉTUDE DU PROJET PRÉSENTÉ.

« *Pièces communiquées à la Commission.* — Les pièces remises à la Commission sont :

» 1° Une étude géologique de la région comprise entre Panama et Colon, par M. Boutan; à ce travail sont jointes de nombreuses roches recueillies dans les tranchées du chemin de fer et sur le parcours du canal projeté;

» 2° Un Mémoire rédigé par M. Dauzats à la date du 9 juillet 1880, dans lequel on trouve des détails sur les études techniques et une description générale des ouvrages du canal;

» 3° Un exposé sommaire de l'installation des chantiers et de la marche à suivre dans l'exécution des travaux, signé par MM. Couvreux fils et Gaston Blanchet;

» 4° Un Mémoire sur le service de santé par M. le Dr Companyo [2];

» 5° Divers documents imprimés dont les principaux sont le Rapport de la Commission technique internationale et un projet de traité avec MM. A. Couvreux et H. Hersent pour une entreprise en participation.

» On a, de plus, communiqué à la Commission les résultats des sondages et des nivellements et quelques plans.

» *Description sommaire de la contrée traversée par le canal.* — Dans la partie voisine de Panama, sur une longueur de plus de 600^{km}, la direction générale de l'isthme, à partir de l'Amérique méridionale, est de l'est à l'ouest. La mer des Antilles se trouve au nord et l'océan Pacifique au midi. Par suite de cette disposition, les Espagnols ont donné à ces mers les

---

[1] Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 200.

[2] M. le baron Larrey a présenté (p. 206) un Rapport spécial sur ce travail.

noms de *mer du Nord* et *mer du Sud*, que nous emploierons quelquefois, parce qu'ils indiquent parfaitement la situation.

» La partie la plus étroite de l'isthme se trouve à 49^{km} de Panama, entre l'embouchure du Bayano et la baie de San-Blas, sur l'Atlantique. La distance des deux mers n'y est que de 50^{km}; elle atteint 58^{km} à Panama; mais, la Cordillère qui, au droit de San-Blas, s'élève à plus de 300^{m}, éprouve devant Panama une dépression considérable sur une longueur d'environ 45^{km}, depuis les *Altos de Maria Enrique* jusqu'aux flancs escarpés du *Cerro de Trinidad*. Dans la partie orientale de cette étendue on remarque quelques collines qui sont appelées *los Ormigeros*. Plus loin, la Cordillère, vue de la mer, se présente comme un plateau très boisé et sillonné par quelques cols. Le plus abaissé de ces passages est le col de la Culebra, situé au nord-ouest de Panama. Son altitude n'atteint pas 88^{m}. Le chemin de fer de Colon y est établi.

» *Rivière de Chagres.* — La chaîne principale de la Cordillère est rapprochée de la mer du Sud, et les cours d'eau qui existent sur son versant méridional ont peu d'importance. Sur l'autre versant, la rivière de Chagres coule de l'est à l'ouest, au pied des montagnes. Près du village de Matachin elle reçoit le rio Obispo, qui descend du col de la Culebra, se détourne vers la mer du Nord et y porte ses eaux, généralement troubles, en suivant un lit sinueux ouvert dans une vallée qui est marécageuse en plusieurs endroits.

» La superficie du bassin de cette rivière paraît être de 2650^{kmq}. L'altitude de Matachin au-dessus de la mer est d'environ 13^{m}.

» Au même endroit, le débit moyen du Chagres est évalué à 100^{mc} par seconde. Il se réduit à 15^{m} ou 20^{m} à l'étiage et atteint 500^{m} ou 600^{m} dans les crues ordinaires. Certaines crues exceptionnelles donnent un débit de 1200^{m}. Diverses observations tendent même à établir que celle qui a eu lieu en novembre 1879 a fourni pendant quarante-huit heures 1865^{m} par seconde.

» *Port sur le Pacifique.* — Les navires qui viennent à Panama mouillent à 4^{km} de la ville, dans une excellente rade abritée par un groupe d'îles, dont les principales sont celles de Perico et de Flamenco. Le débarquement des marchandises ne peut être fait qu'à l'aide d'un transbordement dans des chalands d'un faible tirant d'eau. On emploie des pirogues du même genre que celles qui naviguaient entre Cruces et Porto-Bello.

» Le canal devra être prolongé jusqu'au mouillage de Perico. Il avait été question de l'établir, dans la baie, entre deux jetées de protection. Les études faites sur les lieux ont conduit à penser qu'il sera suffisant d'entre-

tenir par des dragages une passe convenablement balisée, ayant une largeur de 150^{m} ou 200^{m}.

» M. Garella avait adopté une autre disposition. Le canal qu'il a projeté débouche dans la petite baie de Vaca del Monte, où l'eau n'a que 3^{m},50 de profondeur à mer basse. On l'eût creusée de manière qu'elle pût recevoir à mi-marée les grands navires, qui auraient attendu le moment d'entrer dans le canal à un bon mouillage situé près de l'île de Taboga, à 10^{km} de la côte.

» La disposition actuelle paraît préférable à celle de M. Garella, tant sous le rapport nautique que parce que cette dernière conduit à faire passer le canal à un col plus élevé de 50^{m} que celui de la Culebra.

» *Port sur l'Atlantique.* — Depuis les premières années des conquêtes espagnoles, Panama a été l'unique port de transit pour le commerce des côtes occidentales de l'Amérique du Sud (¹), mais l'établissement maritime correspondant sur la mer du Nord a été déplacé deux fois. Établi d'abord à Nombre de Dios, point situé à peu près sur le même méridien que Panama, il a été transporté vers l'ouest dans l'année 1584, par l'ordre de Philippe II, et fixé à Porto-Bello, où les navires ont trouvé une baie sûre et profonde, entourée de hautes montagnes.

» Il n'est pas possible d'amener un canal à Porto-Bello; mais, malgré l'excellence de son port, l'abandon de cette ville n'est pas à regretter. Des chaleurs extrêmes et l'humidité produite par les eaux qui découlent des montagnes y entretiennent pendant plusieurs mois une grande insalubrité. Porto-Bello a eu de l'importance quand tout le commerce se faisait, avant la saison dangereuse, dans une foire de quarante jours; mais il serait impossible d'y appeler un mouvement commercial qui doit, avec plus ou moins d'activité, se continuer pendant l'année entière.

» Les ingénieurs et les marins s'accordent à reconnaître qu'un port ne peut être établi à l'embouchure même du Chagres; mais près de là se trouve la baie de Limon, qui est convenablement disposée. Elle a une étendue de 35^{kmq}, dont un tiers présente des mouillages de 9^{m} à 11^{m}. Sa rive orientale est prolongée par l'île de Manzanillo, sur laquelle la ville de Colon a été bâtie, et qui est maintenant réunie à la côte par le chemin de fer de Panama.

(¹) Cette ville n'a pas toujours eu exactement la position qu'elle occupe sur sa baie. Fondée en 1518, à l'embouchure du rio Algarobbo, elle fut détruite en 1670 par le pirate anglais Morgan. On l'a reconstruite à 8^{km} vers l'ouest, sur un rocher placé à l'extrémité d'une plage connue sous le nom de *playa Prieta*.

» Le port de Colon est fréquenté par de grands paquebots depuis 1855. En temps ordinaire les débarquements y sont faciles. On lit dans les instructions publiées par le Ministère de la Marine (n° 564) :

« La baie (de Limon) étant complètement ouverte aux vents du nord, dans la saison où ils règnent, il y entre une forte houle; mais la tenue y est excellente et un bateau à vapeur y court peu de risques en s'aidant de sa machine. Ces vents ne soufflent guère qu'en décembre et en janvier. Ils sont du reste peu fréquents, et il est rare qu'ils soient violents. »

» A la suite on trouve des renseignements précis sur des sinistres arrivés dans la baie de Limon. En octobre 1865 et en janvier 1873, des coups de vent ont causé de graves dommages aux ouvrages du port et aux navires, dont plusieurs se sont perdus. Nous ajouterons qu'en novembre 1879 un bâtiment a été drossé contre l'un des *wharfs* et l'a démoli.

» Dans l'opinion générale, des ouvrages d'abri seraient très utiles.

» M. Lloyd et M. Garella avaient proposé d'établir une jetée se détachant de la rive occidentale et de placer le port près de cette rive. La création de la ville de Colon sur l'île de Manzanillo a modifié la question. Il est nécessaire de faire aboutir le canal du côté de l'est, et d'assurer surtout le calme dans la partie voisine de la baie. La Commission technique internationale pense que ce résultat sera obtenu par la construction d'un môle de 2^{km} de longueur ayant son origine à l'île de Manzanillo, au nord des quais de Colon, et se dirigeant vers l'ouest avec une légère inflexion.

» Votre Commission, Messieurs, est portée à regarder cette disposition comme la meilleure; toutefois, les renseignements qu'elle possède ne sont pas assez complets pour qu'elle puisse se prononcer d'une manière formelle. Elle croit qu'il serait nécessaire d'avoir des informations précises sur l'action du courant littoral, qui paraît porter de l'ouest à l'est, et sur les lieux où se déposent les vases entraînées par le Chagres.

» En résumé, notre opinion est que la baie de Limon réunit d'une manière certaine les conditions nautiques nécessaires pour qu'on puisse y établir le port du canal sur l'Atlantique, mais que les études pour les ouvrages à y construire doivent être complétées.

» *Tracé général du canal.* — Il est maintenant facile d'indiquer d'une manière générale le tracé du canal. Il prend son origine sur la mer du Nord, dans la baie de Limon, traverse le seuil de Loma del Mono, se développe dans la vallée du Chagres, qu'il abandonne, à Matachin, pour celle de l'Obispo, franchit par une tranchée la Cordillère au col de la Culebra et, suivant la vallée d'un cours d'eau connu sous le nom de *rio Grande*, ar-

rive dans la mer du Sud, près de Panama, en face de Perico. Sa direction générale est celle du nord-nord-ouest au sud-sud-est.

» La longueur totale développée depuis la baie de Limon jusqu'à Perico est de 73^{km}.

» *Profils. Gares de croisement.* — En dehors de la tranchée de la Culebra, la largeur au plafond est de 22^{m}, comme au canal de Suez; les berges sont réglées aux mêmes talus, mais la profondeur est portée de 8^{m} à $8^{m},50$ pour satisfaire à un article de la concession, qui exige que les navires tirant 8^{m} d'eau puissent naviguer dans le canal.

» Au passage de la Cordillère, sur une longueur de 25^{km}, les parois du rocher auront un talus de 1^{m} de base pour $4^{m},25$ de hauteur. Afin que l'aire de la section ne soit pas trop réduite et que dans aucun cas les navires ne puissent talonner, on a fixé la largeur au plafond à 24^{m} et la profondeur à 9^{m}.

» Des lisses en bois fixées de chaque côté à la hauteur de la ligne d'eau protégeront les navires contre tout frottement sur les rochers.

» Le canal devant être à une voie comme celui de Suez, on a projeté six gares de croisement de grandes dimensions.

» *Réservoir de Gamboa. Rigoles latérales.* — Nous arrivons à la grande difficulté de l'entreprise: l'établissement d'un canal maritime au fond d'une vallée parcourue par une rivière ayant des crues considérables et subites.

» Le Congrès de Paris a admis deux solutions : la dérivation totale du Chagres dans un lit nouveau à ouvrir sur la rive orientale du canal, ou bien la construction en amont de Matachin d'un barrage formant dans la vallée un réservoir régulateur, d'où l'on ferait graduellement écouler les eaux.

» L'étude des lieux et les renseignements certains obtenus sur le régime du Chagres ont convaincu la Commission technique internationale qu'une dérivation totale était inexécutable. Établir à côté du canal un lit artificiel assez large et assez profond pour conduire à la mer des eaux qui, libres maintenant de s'étendre dans toute la vallée, y produisent quelquefois une véritable inondation serait une opération secondaire plus considérable que le travail principal.

» En conséquence, cette Commission a adopté la seconde solution, c'est-à-dire la construction d'un barrage assez élevé pour recueillir les eaux des plus grandes crues et d'une rigole pour les conduire à la mer avec un débit maximum de 200^{m} par seconde. Cette rigole, qui recevrait en outre les affluents de la rive droite du Chagres, pourra aboutir à l'orient de l'île de Manzanillo. Le courant littoral étant dirigé vers l'est, il n'est pas à

craindre que les vases déposées en cet endroit soient entraînées dans la baie de Limón.

» L'étude du régime de la baie, qu'il paraît nécessaire de faire, comprendra naturellement la question de l'embouchure de la rigole.

» La Commission technique a de plus décidé qu'une seconde rigole serait ouverte le long du canal, du côté de l'ouest, pour recevoir le rio Trinidad et les autres affluents de la rive gauche. Ce collecteur occupera sur une assez grande longueur le lit actuel du Chagres.

» Les nivellements faits par l'expédition américaine de 1875 pour l'établissement d'un réservoir nécessaire à l'alimentation des biefs d'un canal à écluses ont fourni des renseignements précieux que l'on a complétés. Il a été reconnu qu'un barrage établi à égales distances de Matachin et de Cruces, sur une longueur de 1500^m à 1600^m, entre le Cerro Gamboa au sud et le Cerro Baruco au nord, et élevant les eaux à 38^m ou 40^m au-dessus de l'étiage actuel du Chagres, déterminerait une inondation qui s'étendrait jusqu'à 38^{km} sur les vallées du Chagres et de ses affluents, le Chilibre, le Gatun supérieur et le Pequeñi. Le calcul approximatif de la capacité de ce réservoir a donné 1 milliard de mètres cubes, volume plus que suffisant pour le but à atteindre.

» La Commission technique avait pensé que le barrage de Gamboa pourrait être fait en maçonnerie, et, dans son Rapport du 14 février 1880, elle a porté pour cette dépense la somme de 100 millions; mais les sondages exécutés depuis cette époque ont montré que le rocher ne se trouve qu'à une grande profondeur, et, dans l'état où la question se trouve aujourd'hui, l'exécution en maçonnerie de cet ouvrage ne saurait être proposée.

» La solution qui se présente le plus naturellement à l'esprit serait de construire dans les vallées du Chagres et de ses affluents des digues en terre de moyenne hauteur, de manière à former plusieurs réservoirs à des niveaux différents. Il existe des gorges convenablement disposées pour recevoir des barrages. La Commission américaine de 1875 en a signalé une très étroite près du village de la Campana, à 24^{km} de Gamboa. Elle avait projeté d'y construire la digue du réservoir d'alimentation nécessaire pour le canal qu'elle proposait.

» Les ingénieurs de la maison Couvreux et Hersent ont indiqué une combinaison différente.

» On doit d'abord remarquer qu'une étanchéité absolue n'est nullement utile pour le barrage de Gamboa et qu'un écoulement normal de 15^m ou 20^m par seconde serait sans inconvénient.

» Il importe, d'un autre côté, que les déblais de la Culebra soient déposés à une petite distance de la tranchée. Ces considérations ont conduit à penser qu'on pourrait former le barrage avec ces déblais, simplement déversés des wagons. Le côté d'amont recevra en plus grande quantité les petites pierres et les débris, dont on augmentera le volume, naturellement considérable, en brisant des blocs.

» Lorsque l'ouvrage aura atteint de grandes dimensions, les filtrations seront faibles; alors on portera du côté du réservoir les produits des dragages faits pour l'ouverture du canal en aval de Matachin. Si pour obtenir une étanchéité suffisante il est nécessaire d'ajouter des terres, on en trouvera sur les coteaux. L'épaisseur moyenne de l'argile au-dessus du rocher est évaluée à 4^m.

» Cette construction, tout à la fois digue de réservoir et cavalier pour le retroussement des déblais, aura les dimensions suivantes :

Hauteur apparente	45^m
Largeur au sommet	240
Largeur au fond de la vallée	960
Longueur à la partie supérieure, de..	1500^m à 1600^m
La hauteur maxima de l'eau dans le bassin sera de..........	38

» Le barrage emploiera de 18 à 20 millions de mètres cubes. La tranchée de la Culebra doit en donner 28 millions. Les 8 ou 10 millions d'excédent proviendront des attaques du versant méridional et seront déposés dans les petites vallées voisines du rio Grande. On y prendra d'ailleurs les pierres nécessaires pour l'écluse dont nous parlerons plus loin.

» Dans l'exécution des travaux, on commencera par établir des émissaires en maçonnerie ayant leur radier à une dizaine de mètres au-dessus du fond de la vallée et pouvant, après l'achèvement des ouvrages, débiter sous pression 200^{mc} par seconde lorsque leurs vannes seront levées. On les établira en tunnel dans les rochers des Cerros auxquels s'appuie la digue.

» Au nord du Cerro Baruco se trouve une dépression, où l'on creusera une tranchée pour y établir un large déversoir qui, dans le cas d'une forte crue, suppléera à l'insuffisance des émissaires.

» En même temps que les travaux qui viennent d'être indiqués, on fera plusieurs ponts de service pour le transport des déblais sur l'emplacement de la digue; on élèvera cet ouvrage sur les deux rives du Chagres ; puis, quand une hauteur suffisante aura été atteinte, et que les émissaires ainsi

que le déversoir seront terminés, on profitera de l'époque des plus basses eaux pour barrer la rivière de vive force, en y portant des pierres par des trains qui se succéderont sans interruption jour et nuit.

» Ensuite on élèvera progressivement la crête du déversoir au niveau du plan d'eau de la retenue.

» Les eaux qui filtreront à travers le barrage et celles des émissaires seront versées, pendant toute la période des travaux, dans le lit du Chagres et dans les parties ouvertes du canal. Plus tard, ces mêmes eaux et celles que donneront les affluents de la rive droite seront conduites à la mer par la rigole dont il a été question. On pourra cependant, à l'aide de déversoirs munis de vannes, rejeter dans le canal une partie des eaux peu vaseuses qui formeront la couche supérieure.

» M. Couvreux fils a reconnu devant votre Commission qu'il serait utile d'établir, avec les précautions convenables, un massif d'argile dans l'intérieur de la digue de Gamboa, sur toute sa longueur.

» En tenant compte de cette modification, nous pensons, Messieurs, que l'ensemble des ouvrages projetés ne présente rien qui soit contraire aux principes de l'art des constructions et qu'on peut trouver dans les méthodes indiquées une solution économique d'un problème difficile. Cependant, les travaux étant d'un genre nouveau sous plusieurs rapports, il serait prématuré d'en arrêter les détails d'une manière définitive.

» Dans leur étude, MM. Couvreux et Hersent se sont guidés sur les résultats qu'ils ont obtenus d'une digue composée de pierres et de graviers pour barrer le vieux lit du Danube près de Vienne; mais la charge d'eau était bien plus faible et le nouveau lit ouvert au fleuve assurait l'écoulement des plus grandes crues.

» Il est possible qu'à Gamboa on soit conduit à tenir le niveau de la retenue à une hauteur moindre que celle de 38^{m}, ou bien que, pour empêcher les vagues qui se développeront dans un aussi vaste réservoir de déferler sur la partie supérieure du barrage, il devienne nécessaire de le surélever en réduisant sa largeur et redressant son talus à l'amont. L'expérience guidera. On pourra apprécier la situation bien avant que la digue soit terminée, et, si cela est nécessaire, on établira un second barrage à la Campana pour former un réservoir supérieur.

» *Volume et nature des déblais.* — D'après les diverses dispositions qui viennent d'être décrites, et en tenant compte des banquettes qu'il sera nécessaire d'établir à diverses hauteurs dans les tranchées de la Culebra pour éloigner les eaux pluviales et prévenir les dégradations, on a calculé que

le volume total des déblais est de 75 millions de mètres cubes, dont 35 millions en rocher.

» Les échantillons rapportés par M. Boutan ont été examinés par l'un de vos commissaires. Ce sont principalement des roches de nature volcanique, trachydolérites, brèches doléritiques compactes, conglomérats doléritiques et trachytiques de différents degrés de dureté.

» *Ecluse de Panama.* — D'après des observations, dont plusieurs sont anciennes et qui devront être vérifiées, l'amplitude totale des marées varie dans la mer du Nord de $0^{m},19$ à $0^{m},49$, et dans celle du Sud de $2^{m},42$ à $6^{m},49$. Le Congrès de Paris a pensé que les courants que produiraient dans le canal les dénivellations du Pacifique seraient trop grands pour qu'on pût les laisser s'établir librement, et il a admis qu'on construirait une écluse à Panama. Les eaux du canal seront maintenues au niveau peu variable de la mer du Nord qui correspond à la surface d'équilibre de la mer du Sud.

» Les hommes les plus compétents du Congrès de Paris n'ont pas été parfaitement d'accord sur le temps qu'exige le passage d'un grand navire à une écluse, mais il a été reconnu que, eu égard à l'irrégularité des arrivages, un seul sas ne pourrait suffire au mouvement commercial qui doit se produire naturellement. On a donc adopté une écluse à trois sas indépendants, dont chacun sera muni de quatre paires de portes, deux d'ebbe et deux de flot. La variation des niveaux relatifs rend cette disposition nécessaire.

» Dans ses estimations, la Commission technique internationale a porté 12 millions pour la construction de l'écluse et du bassin d'attente. Cette dépense est considérable; mais, si les marées du Pacifique se propageaient dans le canal, il serait nécessaire, pour permettre aux grands navires d'y naviguer à mer basse, d'abaisser le plafond de $3^{m},25$ sur une certaine longueur, près de Panama. Une semblable excavation faite sous l'eau et en partie dans le rocher serait fort coûteuse.

» Les navires qui arriveront du Pacifique à Panama s'y arrêteront pour régler diverses formalités, acquitter le péage et prendre quelques approvisionnements. Ces nécessités entraîneront un temps bien plus que suffisant pour le passage de l'écluse.

» Enfin le libre jeu des marées dans le canal pourrait devenir pour la navigation une cause de retard, car, si le courant atteint une vitesse un peu grande, un navire allant dans le même sens ne voudra pas se laisser entraîner par lui, et, d'un autre côté, la marche à contre-courant présentera

des difficultés dans la tranchée de la Culebra, parce que l'aire de la section y est réduite.

» Les suffrages qui ont accueilli le projet d'un canal à niveau, malgré l'énorme capital qu'il exige, peuvent faire apprécier les inconvénients que les écluses présentent, en général, dans un canal maritime; mais l'existence d'un barrage à l'une des extrémités du canal interocéanique ne saurait changer sa nature.

» Du reste, l'écluse adoptée en principe ne doit pas être commencée immédiatement. Les excellents ingénieurs qui iront à Panama continueront les observations commencées sur les marées, détermineront la durée de l'étale, exécuteront à diverses époques des jaugeages tant sur le Chagres que sur ses affluents, et feront pour tout le régime des eaux une étude détaillée. On verra alors s'il est possible, comme le pensent quelques personnes éclairées, de laisser les marées de la mer du Sud se propager dans le canal. Une discussion sur ce point n'est pas nécessaire aujourd'hui et paraît même prématurée.

» *Modifications nécessaires au tracé du chemin de fer de Colon à Panama.* — Le chemin de fer de Colon à Panama croise le tracé du canal en plusieurs points et se trouve rapproché de lui au col de la Culebra. Il sera nécessaire de le maintenir entièrement sur la rive orientale, ce qui n'entraînera que peu de dépense. A la Culebra, on pourra probablement le placer sur l'une des banquettes élevées de la tranchée. Quelques ouvrages de protection et de sûreté seront alors indispensables.

» *Exécution des travaux.* — M. de Lesseps s'est adressé à MM. Couvreux et Hersent, qui ont montré au canal de Suez et dans d'autres grandes entreprises une habileté réelle pour l'organisation des chantiers et la mécanique des travaux de construction.

» Deux des ingénieurs de cette maison, MM. Couvreux fils et Gaston Blanchet, ont, comme il a été dit, rédigé un Mémoire sur la marche à suivre pour la construction du canal. Votre Commission a vu cet écrit avec intérêt; elle y a trouvé la preuve que la question a été étudiée sérieusement, mais elle ne doit pas vous entretenir en détail de dispositions dans lesquelles rien n'est positivement nouveau et qui seront sans doute bien modifiées dans l'exécution.

» MM. Couvreux fils et Gaston Blanchet évaluent à 15000 chevaux la puissance qui sera nécessaire pour l'ensemble des travaux et les transports sur le Chagres. Cette puissance sera produite principalement par la vapeur,

mais on se propose d'utiliser divers cours d'eau. La chute que l'on obtiendra au barrage de Gamboa doit être employée à comprimer l'air pour faire mouvoir les perforateurs.

» Le nombre des ouvriers est évalué à neuf mille.

» Toute grande entreprise bien dirigée amène des perfectionnements dans les procédés d'exécution. Nous avons la confiance qu'une œuvre aussi considérable que le canal de Panama laissera une trace durable dans la science de la construction.

» La Commission technique a pensé que les travaux exigeraient huit années et que la dépense s'élèverait à 843 millions, somme qui se décompose comme il suit :

Déblais de toute nature faits à sec	523	millions.
Dragages et excavations sous l'eau	47	»
Barrage de Gamboa	100	»
Rigoles	75	»
Écluse de Panama	12	»
Jetée dans la baie de Limon	10	»
Dépenses imprévues	76	»
Total	843	»

» MM. Couvreux et Hersent indiquent également huit années pour l'exécution des travaux, mais ils ne portent la dépense qu'à 512 millions. Les frais généraux de la Compagnie et la somme nécessaire pour la construction d'une écluse sont en dehors de leur évaluation.

» *Conclusions.* — Nous sommes arrivés au terme de notre tâche, car nous croyons qu'elle ne comprend ni l'examen du contrat projeté avec MM. Couvreux et Hersent, ni l'appréciation des résultats financiers que l'on peut attendre de l'entreprise, ni même l'étude des modifications que le commerce général éprouvera par suite de l'ouverture du canal. Ces dernières questions ont été discutées au Congrès de Paris. Il nous suffit que l'œuvre entraîne d'une manière certaine des avantages considérables pour toutes les nations, et notamment pour la France, qui doit être l'objet de nos principales préoccupations.

» Nous terminons en appliquant au canal de Panama les paroles de la Commission de 1857 sur celui de Suez, que « la conception et les moyens » d'exécution de cet ouvrage sont les dignes apprêts d'une entreprise utile à » l'ensemble du genre humain », et, sous le mérite des diverses observa-

tions contenues dans ce Rapport, nous vous proposons de déclarer que les Mémoires présentés par M. Ferdinand de Lesseps sont dignes de votre approbation. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

VITICULTURE. — *Sur le Phylloxera gallicole et le Phylloxera vastatrix.* Note de M. LALIMAN.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Il y a quatre ans que j'eus l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de mes études, ou plutôt de mes expériences pratiques, au sujet du Phylloxera des feuilles, que je crus devoir nommer *Phylloxera conservatrix*, parce qu'il laissait vivre certaines vignes françaises sur lesquelles je l'avais trouvé. Je viens aujourd'hui corroborer les mêmes faits, et apporter un cépage de plus, le malvoisie de la Drôme, qui se trouve couvert de galles, chez moi, et qui, depuis que l'on a placé dans son voisinage un taylor, lui communiquant tous les deux ans cet insecte, ressuscite avec une étonnante vigueur. Tous les malvoisies sont pourtant morts chez moi, tués par le *Phylloxera vastatrix*. Donc celui-ci est préservé par le Phylloxera gallicole. C'est peut-être le cas de faire remarquer que, ni en Espagne, ni en Portugal, ni en Italie, ni dans les Charentes, on n'a pu trouver jusqu'ici un seul Phylloxera gallicole. Je citerai un fait qui se passe au Jardin botanique de Bordeaux, qui prouvera que les assertions les plus classiques ne sont pas toujours d'accord avec les faits.

» On nous dit : « Lorsque le *Phylloxera vastatrix* trouve des feuilles de » vignes américaines, particulièrement des riparias, il quitte les racines et » va se nourrir sur leurs feuilles, sa nourriture habituelle et naturelle. »

» Voilà sept ans que l'éminent botaniste M. Durieu de Maisonneuve a artificiellement introduit le *Phylloxera vastatrix* sur les vignes de ses ceps américains du Jardin des Plantes de Bordeaux, qui n'en possédait pas, et pas un seul cas de Phylloxera gallicole n'a été constaté dans ce jardin depuis, pas plus qu'il n'en a été trouvé sur les nombreux clintons de M. Guiraud de Pommerol, ou ceux du maire de Floirac, M. Faure.

» Ainsi, non seulement le cycle phylloxérique, par ces faits aussi nom-

breux que patents, reçoit une atteinte, mais le Phylloxera radicicole, identique, comme je l'ai annoncé en juillet 1869, avec le Phylloxera gallicole, reçoit, par l'expérience en plein champ, en plein air, un accroc qui exige de nouvelles études avant de se prononcer sur cette identité.

» L'œuf d'hiver est dans le même cas; les mêmes études s'imposent, car ni en Amérique, ni à Madère, ni en Autriche, ni en Suisse, ni en Italie, ni en Australie, ni au cap de Bonne-Espérance, ni en Allemagne, ni en Russie, ni en Grèce, ni même en France (sauf dans le Libournais), il n'a été trouvé jusqu'ici.

» Et les vignobles dans lesquels on s'applique à le détruire, dans le Libournais, ont-ils été sauvés? Il n'y a qu'à interroger la Société d'Agriculture et M. Baillon, pour être certain du contraire, et, du reste, le perspicace explorateur de l'œuf d'hiver plante lui-même des vignes américaines, par dizaines de mille à la fois!

» Est-ce à dire que je viens ici faire le panégyrique des vignes américaines? Non, car je dis tous les jours que l'on s'est lancé dans un océan inconnu à leur sujet, en indiquant une multitude de cépages non résistants, qui meurent aujourd'hui en Amérique comme en France : ce qui ébranle singulièrement l'origine américaine du puceron! En 1869, j'écrivais à M. le Ministre de l'Agriculture de se défier, et de ne pas faire venir la plupart des cépages exotiques dont on a inondé la France. Si l'on m'avait cru, on aurait évité bien des dépenses et bien des déboires, car il n'y a que six ou sept variétés, que j'ai signalées en 1869 au Congrès de Beaune, qui résistent toujours depuis quinze ans au Phylloxera, et plus de cent cinquante variétés américaines ont été tuées chez moi par le Phylloxera.

» C'est dire qu'il y a encore beaucoup à étudier sur les questions déjà examinées : c'est appeler l'attention vers l'étude plus approfondie des deux insectes et de l'œuf d'hiver, étude, du reste, reconnue insuffisante par la Commission supérieure du Phylloxera elle-même.

» Enfin c'est dire que, si par les procédés chimiques on peut espérer de vivre dans un état de tolérance supportable avec le *Phylloxera vastatrix*, on peut aussi espérer le même avantage avec certaines et rares vignes américaines bien choisies, c'est-à-dire lorsque l'on mettra la pratique et l'expérience au rang qui leur appartient, comme en toutes choses.

» *Huile de pépins de vignes américaines.* — Il serait inopportun de parler ici en détail des vignes américaines, mais je ne voudrais point laisser passer cette circonstance sans prier l'Académie de faire étudier, au point de vue chimique, l'huile dont j'ai l'honneur de déposer ici un échantillon, et qui jouit

de l'avantage de ne se congeler qu'à 16° au-dessous de zéro, tandis que les autres huiles gèlent à 2° au-dessous de zéro.

» Si, à cet avantage, elle en joint d'autres que je n'ai su découvrir, elle pourra servir à certaines industries, telles que l'horlogerie.... »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A.-P. Zazareff adresse une Note relative à une pile électrique *à pression*. Dans cette pile, la production de l'électricité est due au passage d'une solution de glycérine, sous l'action d'une pression plus ou moins grande, au travers d'un mélange de coke et d'anthracite.

(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

M. Navel adresse quelques considérations sur les principes des diverses sources d'électricité.

(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

M. Th. Lagrange, M. E. Monjauze, M. J. Lalanne adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur de l'École des Ponts et Chaussées transmet à l'Académie, pour être replacé dans ses archives, le manuscrit d'un Mémoire de *Sophie Germain* sur les surfaces élastiques.

Ce Mémoire avait été classé d'abord parmi les manuscrits légués aux archives de l'École des Ponts et Chaussées par le baron *de Prony*; mais il est manifeste que M. de Prony ne l'avait entre les mains qu'à titre de Membre de la Commission chargée de l'examiner. M. le Ministre des Travaux publics en a autorisé la restitution aux archives de l'Académie des Sciences.

M. le Ministre de la Guerre transmet à l'Académie un certain nombre de Rapports émanant des services locaux de l'artillerie et du génie, et indiquant les résultats des observations faites, dans les établissements

militaires, sur le fonctionnement des paratonnerres frappés par la foudre de 1868 à 1880.

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

La **Société helvétique des Sciences naturelles** adresse le programme des réunions qu'elle doit tenir à Brigue (Valais) à partir du 12 septembre prochain.

L'Académie reçoit également l'annonce d'un Congrès international pour la destruction du Phylloxera, qui doit s'ouvrir à Saragosse au mois d'octobre.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *E. Gilbert*, portant pour titre : « Philtres, charmes, poisons. Antiquité, moyen âge, renaissance, temps modernes ».

(Renvoi au Concours du prix Barbier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des Sinus des ordres supérieurs.* Note de M. **J. Farkas**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Avant d'établir un théorème entièrement nouveau (III) dans la théorie des sinus, je me propose de généraliser, en quelques points, mes recherches précédentes sur ce sujet.

» I. En supposant $0 \overline{\gtrless} \mu \leqq m-1$, votre définition des sinus du $(m-1)^{\text{ième}}$ ordre est (t. LXXXVI, n° 19)

$$\varphi_\mu x = x^\mu \left[\frac{1}{\mu!} \pm \frac{x^m}{(m+\mu)!} + \frac{x^{2m}}{(2m+\mu)!} \pm \frac{x^{3m}}{(3m+\mu)!} + \cdots \right],$$

où le symbole φ_μ désigne le $\mu^{\text{ième}}$ sinus de $(m-1)^{\text{ième}}$ ordre, du genre hyperbolique ou elliptique, suivant que l'on y considère les signes supérieurs ou inférieurs. Le $0^{\text{ième}}$ sinus est ce que devient $\varphi_\mu x$ lorsque l'on y fait $\left(\frac{1}{\mu!}\right)_{\mu=0} = 1$.

» Écrivons $x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}$, au lieu de x, dans cette définition.

» Si k est un nombre pair, nous obtenons

$$\varphi_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) = e^{\sqrt{-1}\frac{k\mu\pi}{m}} x^\mu \left[\frac{1}{\mu!} \pm \frac{x^m}{(m+\mu)!} + \cdots\right];$$

si k est impair

$$\varphi_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) = e^{\sqrt{-1}\frac{k\mu\pi}{m}} x^\mu \left[\frac{1}{\mu!} \mp \frac{x^m}{(m+\mu)!} + \cdots\right];$$

par conséquent

$$\varphi_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) = e^{\sqrt{-1}\frac{k\mu\pi}{m}} \varphi_\mu x, \qquad (k \text{ pair}),$$

$$\mathfrak{f}_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) = e^{\sqrt{-1}\frac{k\mu\pi}{m}} f_\mu x, \quad f_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) = e^{\sqrt{-1}\frac{k\mu\pi}{m}} \mathfrak{f}_\mu x, \qquad (k \text{ impair}).$$

Ainsi nous aurons

$$\left.\begin{aligned}
\mathfrak{f}_{nm+\mu}\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) &= \mathfrak{f}_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) \\
&= e^{\sqrt{-1}\frac{k\mu\pi}{m}} \mathfrak{f}_\mu x = e^{\sqrt{-1}\frac{k(mn+\mu)\pi}{m}} \mathfrak{f}_{mn+\mu} x, \\
f_{nm+\mu}\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) &= e^{\sqrt{-1}\,n\pi} f_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) \\
&= e^{\sqrt{-1}\left(n+\frac{k\mu}{m}\right)\pi} f_\mu x = e^{\sqrt{-1}\frac{k(mn+\mu)\pi}{m}} f_{nm+\mu} x,
\end{aligned}\right\} (k \text{ pair}),$$

$$\left.\begin{aligned}
\mathfrak{f}_{nm+\mu}\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) &= \mathfrak{f}_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) \\
&= e^{\sqrt{-1}\frac{k\mu\pi}{m}} f_\mu x = e^{\sqrt{-1}\frac{k(nm+\mu)\pi}{m}} f_{nm+\mu} x, \\
f_{nm+\mu}\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) &= e^{\sqrt{-1}\,n\pi} f_\mu\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) \\
&= e^{\sqrt{-1}\frac{k(nm+\mu)\pi}{m}} \mathfrak{f}_\mu x = e^{\sqrt{-1}\frac{k(nm+\mu)\pi}{m}} \mathfrak{f}_{nm+\mu} x,
\end{aligned}\right\} (k \text{ impair}),$$

c'est-à-dire

$$(1) \qquad \varphi_\lambda\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) = e^{\sqrt{-1}\frac{k\lambda\pi}{m}} \varphi_\lambda x, \qquad (k \text{ pair}),$$

$$(2) \qquad \mathfrak{f}_\lambda\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) = e^{\sqrt{-1}\frac{k\lambda\pi}{m}} f_\lambda x, \quad f_\lambda\left(x e^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}\right) = e^{\sqrt{-1}\frac{k\lambda\pi}{m}} \mathfrak{f} x \qquad (k \text{ impair}).$$

» II. Dans ma Note précédente, de vos formules d'addition (13) j'ai déduit

$$\varphi_\lambda(x+y) = \varphi_\lambda x\, \varphi_0 y + \varphi_{\lambda-1} x\, \varphi_1 y + \cdots + \varphi_{\lambda-m+1} x\, \varphi_{m-1} y,$$

où le nombre entier λ est arbitraire.

» En supposant $0 \leqq \nu \leqq m-1$, un terme du deuxième membre est

$\varphi_{\lambda-\nu}x\varphi_\nu y$. Écrivons ce terme $\varphi_{\lambda-\nu}x\varphi_\nu y$ et la partie suivante de la somme à la première place, puis la partie actuellement première à la seconde, nous aurons

$$\begin{aligned}\varphi_\lambda(x+y) = {} & \varphi_{\lambda-\nu}x\,\varphi_\nu y + \varphi_{\lambda-\nu-1}x\,\varphi_{\nu+1}y + \ldots + \varphi_{\lambda-m+1}x\,\varphi_{m-1}y \\ & + \varphi_\lambda x\,\varphi_0 y + \varphi_{\lambda-1}x\,\varphi_1 y + \ldots + \varphi_{\lambda-\nu+1}x\,\varphi_{\nu-1}y.\end{aligned}$$

Or, évidemment,

$$\begin{aligned}\varphi_\lambda x\,\varphi_0 y &= \varphi_{\lambda-m}x\,\varphi_m y,\\ \varphi_{\lambda-1}x\,\varphi_1 y &= \varphi_{\lambda-m-1}x\,\varphi_{m+1}y,\\ \ldots&\ldots\ldots,\\ \varphi_{\lambda-\nu+1}x\,\varphi_{\nu-1}y &= \varphi_{\lambda-\nu-m+1}x\,\varphi_{\nu+m-1}y;\end{aligned}$$

par conséquent,

$$\varphi_\lambda(x+y) = \varphi_{\lambda-\nu}x\,\varphi_\nu y + \varphi_{\lambda-\nu-1}x\,\varphi_{\nu+1}y + \ldots + \varphi_{\lambda-\nu-m+1}x\,\varphi_{\nu+m-1}y,$$

et, l étant un nombre entier,

$$\varphi_{\lambda+lm}(x+y) = \varphi_{\lambda-\nu}x\,\varphi_{lm+\nu}y + \varphi_{\lambda-\nu-1}x\,\varphi_{lm+\nu+1}y + \ldots + \varphi_{\lambda-\nu-m+1}x\,\varphi_{lm+\nu+m-1}y.$$

» Posons $\lambda-\nu=\gamma$, $lm+\nu=\gamma'$, nous obtenons à l'instant

$$(3)\qquad \varphi_{\gamma+\gamma'}(x+y) = \varphi_\gamma x\,\varphi_{\gamma'}y + \varphi_{\gamma-1}x\,\varphi_{\gamma'+1}y + \ldots + \varphi_{\gamma-m+1}x\,\varphi_{\gamma'+m-1}y.$$

» III. Pour séparer la partie réelle et imaginaire des fonctions φ, posons

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} & x = re^{\sqrt{-1}\,\theta},\\ & p = r\frac{\sin\left(\frac{k\pi}{m}-\theta\right)}{\sin\frac{k\pi}{m}},\quad q = r\frac{\sin\theta}{\sin\frac{k\pi}{m}},\end{aligned}\right.$$

où k désigne un nombre entier arbitraire, mais ne contenant pas le diviseur m ; nous aurons

$$(5)\qquad x = p + qe^{\sqrt{-1}\frac{k\pi}{m}}.$$

» 1° Soit k pair : il viendra, en vertu de (1) et (3),

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned}\varphi_{\gamma+\gamma'}x = {} & \varphi_\gamma p\,\varphi_{\gamma'}q\cos\frac{k\gamma'\pi}{m} + \varphi_{\gamma-1}p\,\varphi_{\gamma'+1}q\cos\frac{k(\gamma'+1)\pi}{m} + \ldots \\ & \ldots + \varphi_{\gamma-m+1}p\,\varphi_{\gamma'+m-1}q\cos\frac{k(\gamma'+m-1)}{m} \\ & + \sqrt{-1}\Big[\varphi_\gamma p\,\varphi_{\gamma'}q\sin\frac{k\gamma'\pi}{m} + \varphi_{\gamma-1}p\,\varphi_{\gamma'+1}q\sin\frac{k(\gamma'+1)\pi}{m} + \ldots \\ & \ldots + \varphi_{\gamma-m+1}p\,\varphi_{\gamma'+m-1}q\sin\frac{k(\gamma'+m-1)\pi}{m}\Big].\end{aligned}\right.$$

» 2° Soit k impair : en désignant par ψ le genre hyperbolique ou elliptique, suivant que φ désigne le genre elliptique ou hyperbolique, alors nous aurons (2)

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} \varphi_{\gamma+\gamma'}x = {} & \varphi_\gamma p\,\psi_{\gamma'} q \cos\frac{k\gamma'\pi}{m} + \varphi_{\gamma-1} p\,\psi_{\gamma'+1} q \cos\frac{k(\gamma'+1)\pi}{m} + \ldots \\ & \ldots + \varphi_{\gamma-m+1} p\,\psi_{\gamma'+m-1} q \cos\frac{k(\gamma'+m-1)\pi}{m} \\ & + \sqrt{-1}\Big[\varphi_\gamma p\,\psi_{\gamma'} q \sin\frac{k\gamma'\pi}{m} + \varphi_{\gamma-1} p\,\psi_{\gamma'+1} q \sin\frac{k(\gamma'+1)\pi}{m} + \ldots \\ & + \varphi_{\gamma-m+1} p\,\psi_{\gamma'+m-1} q \sin\frac{k(\gamma'+m-1)\pi}{m}\Big]. \end{aligned}\right.$$

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'effluve électrique.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis.**

« Les appareils à décharges alternatives de M. Arn. Thenard sont très propres à montrer la pluie de feu électrique dans les différents gaz et sous des pressions variées, car les lueurs phosphorescentes, invisibles au grand jour, qui illuminent les gaz placés dans l'espace annulaire compris entre les deux tubes de verre concentriques, analysées avec soin dans l'obscurité, permettent de retrouver toujours dans ces effluves électriques les caractères de la pluie de feu.

» Si le phénomène est très difficile à observer dans l'oxygène en particulier, il est, au contraire, très net et très brillant dans le fluorure de silicium.

» 1. L'effluve, lorsqu'elle se produit dans du fluorure de silicium à la pression atmosphérique, n'a pas l'apparence d'une nappe lumineuse homogène. L'espace annulaire est rempli de petits globules lumineux, d'un jaune vert dans l'obscurité complète, d'un rose tendre à la lumière diffuse ou à la flamme d'une bougie. Ces petits globules donnent au tube à effluve un aspect chagriné que nous retrouverons avec d'autres gaz. En examinant le tube à la loupe pendant les décharges, on est frappé de l'analogie que présente le phénomène du passage de l'électricité dans ce gaz avec celui décrit par MM. de Mondésir et Schlœsing dans leurs belles expériences des papillons électriques, où l'inflammation de l'hydrogène dans l'air donne des espèces de lueurs dont les mouvements rappellent ceux d'un essaim de mouches.

» L'effluve, dans le fluorure de silicium, est surtout facile à étudier si la distance des surfaces électrisées atteint plusieurs millimètres, parce que les points lumineux, bien séparés, montrent que les décharges successives et multiples se font sous la forme de petits cylindres lumineux raccordés à de petites nappes phosphorescentes dont les contours sont circulaires sur les deux tubes; de sorte que, si les deux cylindres sont concentriques, le tube central semble hérissé à sa surface extérieure de traits lumineux réguliers et équidistants, terminés à l'autre tube : l'ensemble rappelle un écouvillon dont les barbes seraient lumineuses. Si les deux cylindres ne sont pas concentriques, la décharge ne se fait qu'entre les parois les plus voisines, ce qui permet d'étudier le phénomène sur la tranche, comme on l'a toujours fait exclusivement dans les expériences antérieures sur la pluie de feu : l'espace semble traversé par une averse de feu, comme dans l'appareil de M. du Moncel.

» Une diminution de pression du fluorure de silicium ne change pas les caractères généraux de la décharge; mais, en permettant d'écarter les tubes de verre électrisés, on peut constater plus facilement que chaque trait lumineux est renflé à ses extrémités. Aux basses pressions, les gouttes lumineuses, au lieu de se dessiner sur un fond noir, semblent noyées dans un brouillard violet; en même temps leurs contours perdent de leur netteté. On observe un maximum d'éclat pour les décharges qui se font dans le plan qui passe par l'observateur et l'axe de l'appareil : c'est que les traits cylindriques, s'ils sont dilatés dans les gaz raréfiés, conservent néanmoins un vif éclat lorsque l'œil se trouve dans leur prolongement.

» Pour des pressions inférieures à $0^m,005$, l'illumination générale masque la pluie de feu à peu près complètement : les gouttes semblent fondues dans le brouillard.

» 2. L'azote est, après le fluorure de silicium, le gaz qui donne la plus belle pluie de feu. A la pression ordinaire, les globules, d'un bleu rosé pâle, sont très petits et très serrés. Le phénomène prend plus d'éclat lorsqu'on réduit la pression de l'azote à celle que supporte ce gaz dans l'air. On n'obtient une nappe lumineuse en apparence homogène qu'à des pressions inférieures à $0^m,050$.

» 3. L'hydrogène présente également ce mode de décharge. A la pression atmosphérique, le phénomène est, à la couleur près, identique à celui que l'on observe dans le fluorure de silicium aux basses pressions.

» 4. Les mêmes apparences s'observent avec le chlore; les gouttes lumineuses sont verdâtres et beaucoup moins brillantes que celles du fluo-

rure de silicium. Ce gaz, sous la pression ordinaire, oppose une résistance très grande au passage de l'électricité; les surfaces électrisées doivent être très voisines, car, si elles sont à $0^m,002$, par exemple, les traits lumineux, sans avoir le caractère de l'étincelle, s'en rapprochent par l'intensité lumineuse. Ce mode de décharge se distingue des précédents par le petit nombre des traits lumineux et par les aigrettes brillantes qui serpentent à la surface des parois des tubes de verre pour réunir entre eux les traits successifs, situés quelquefois à plus d'un centimètre les uns des autres.

» 5. Dans l'oxygène, l'effluve est à peine visible; le gaz devient très peu lumineux ou plutôt phosphorescent; cependant on parvient à constater dans l'obscurité absolue et à l'aide de la loupe le grenu de la surface des tubes concentriques et, si le gaz n'a pas une trop faible tension, les globules lumineux distincts comme dans les autres gaz.

» 6. La constitution des lueurs d'un blanc laiteux que produisent les décharges alternatives dans l'acide carbonique rappelle celle des lueurs observées dans l'oxygène, mais l'analyse en est plus facile.

» Ces décharges ne sont silencieuses, dans tous ces gaz, qu'à faible pression; elles le sont aussi à la pression atmosphérique dans l'hydrogène. La pluie de feu est accompagnée, dans les autres gaz, d'un crépitement d'autant plus facile à distinguer des interruptions du commutateur de la bobine de Ruhmkorff que l'effluve lumineuse se divise en globules élémentaires plus nettement limités.

» Les tubes à effluves, tels qu'ils sont construits par M. Alvergniat, peuvent donc servir à montrer dans les Cours la pluie de feu sous les différents aspects qu'elle prend dans les différents gaz et sous différentes pressions.

» Nous aurons à insister, dans une prochaine Note, sur les conséquences des variations de pression sur ces phénomènes, c'est-à-dire sur le passage de la pluie de feu à l'étincelle ou à l'effluve proprement dite par augmentation ou diminution de pression. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les piles.* Note de M. A. D'ARSONVAL.

« L'action chimique ne s'arrête jamais complètement dans les piles à deux liquides lorsque le circuit est ouvert. Cela tient au mélange des liquides qui s'opère à travers le vase poreux, soit par endosmose, soit par simple diffusion dans les piles sans vases poreux du système Callaud.

» J'ai cherché à parer à cet inconvénient, et voici deux moyens différents qui m'ont bien réussi.

» *Premier moyen.* — Il est fondé sur les propriétés absorbantes du noir animal et il s'applique à toutes les piles où le liquide dépolarisateur est un sel métallique. Si l'on filtre, sur du noir animal lavé, une solution d'un sel métallique (cuivre, plomb, mercure, etc.), le sel est retenu par le charbon et on recueille de l'eau pure. Dans certains cas, le sel métallique se trouve même décomposé; par exemple, avec les acétates métalliques, on peut recueillir de l'acide acétique libre.

» En partant de cette observation, j'ai construit une pile au sulfate de cuivre, dans laquelle la solution cuivrique ne peut se diffuser sur le zinc. Je prends pour cela un élément Callaud ordinaire, au fond duquel je dépose une couche de sulfate de cuivre pulvérisé, que je recouvre de noir animal lavé en poudre. Le zinc est placé à la partie supérieure du vase et se trouve, par conséquent, séparé du sulfate de cuivre par la couche de noir animal. L'élément voltaïque ainsi constitué ressemble à une pile de Minotto, dans laquelle on aurait remplacé le sable par du noir animal.

» Dans ces conditions, le zinc reste complètement inaltéré. Depuis plus de trois ans déjà, M. Gaiffe emploie une pile de mon système, qui lui sert d'étalon, sans avoir éprouvé le moindre changement.

» Le seul inconvénient de cette modification est l'augmentation de résistance intérieure que crée la présence du noir animal, inconvénient que présente d'ailleurs le sable sans offrir les mêmes avantages. J'ai essayé, avec M. Gaiffe, de faire des vases poreux en noir animal aggloméré : jusqu'ici, nous avons échoué. M. Carré, qui, sur ma demande, a bien voulu tenter l'essai, n'a pas été plus heureux. Tel qu'il est, ce couple est excellent pour obtenir des excitations électriques constantes, suivant la méthode que je ferai connaître dans une prochaine Note.

» *Second moyen.* — Ce procédé, beaucoup plus général que le précédent, consiste à prendre comme corps dépolarisateur un liquide qui

donne un précipité par son mélange avec le liquide qui attaque le zinc. Le diaphragme qui sépare les deux liquides se trouve, de la sorte, rendu complètement imperméable. Le précipité formé dans les pores du vase poreux doit satisfaire à deux conditions : 1° il doit être conducteur de l'électricité; 2° il doit être électrolysable.

» Les combinaisons satisfaisant à ces conditions sont excessivement nombreuses; j'en ai pour ma part essayé au moins vingt. Je ne peux citer, dans cette Note, que les principales :

I. *Précipités formés par le mélange de deux sels. Couple au nitrate d'argent.* — Ce couple est constitué de la façon suivante : dans le vase extérieur, zinc-chlorure de zinc; dans le vase poreux, se trouve argent-nitrate d'argent. Ces deux liquides ne peuvent se mélanger et donnent lieu à un précipité de chlorure d'argent, qui bouche le vase poreux et le rend imperméable. Ce précipité conduit très bien l'électricité et, de plus, est électrolysable. Une pareille pile est très peu résistante; sa force électromotrice est égale à $1^{volt},5$, alors que le même couple au chlorure d'argent n'a que $0^{volt},9$. Le prix élevé du sel d'argent ne rend malheureusement ce couple applicable que dans des circonstances particulières, comme l'électricité médicale ou la charge des électromètres.

» Un couple plus pratique est le suivant : zinc-sulfate de zinc, plomb-nitrate de plomb; sa force électromotrice est très faible, $0^{volt},6$ à $0^{volt},75$.

» II. *Précipités formés par le mélange d'une base et d'un sel métalliques.* — Dans ce cas, le zinc est attaqué par une base, potasse, soude ou ammoniaque. J'ai essayé les combinaisons suivantes :

» 1° Soude-sulfate de cuivre, qui m'a donné comme force électromotrice jusqu'à $1^{volt},5$;

» 2° Soude-perchlorure de fer, qui peut aller jusqu'à $2^{volt},4$.

» Les couples à potasse ont une résistance énorme, qui tient, d'après moi, à ce que le carbonate de potasse, qui se forme à l'air, laisse dégager son acide carbonique au contact du sulfate de cuivre, et que les bulles de ce gaz viennent s'emmagasiner dans les pores du diaphragme et supprimer sa conductibilité. J'ai rendu, d'ailleurs, la solution de potasse plus conductrice par l'adjonction de sel marin ou de sulfate de soude [1]. »

---

[1] La combinaison soude-sulfate de cuivre a été reproduite récemment par M. Reynier, qui ignorait mes recherches faites en 1878 avec la collaboration de M. Gaiffe pour la mesure des constantes. J'ai d'ailleurs breveté, en 1879, ces piles à liquides précipitables. J'ai

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés optiques des mélanges de sels isomorphes.* Note de M. H. Dufet, présentée par M. Daubrée.

« Un cristal formé d'un mélange de deux sels isomorphes a des indices de réfraction qui varient continûment avec la composition, de telle sorte que la variation dans la valeur de l'indice est proportionnelle au nombre d'équivalents d'un des sels introduits dans le mélange. Si N est l'indice du sel mixte, n et n' les indices des sels composants, p et p' les nombres d'équivalents des deux sels, on a

$$N = \frac{pn + p'n'}{p + p'}.$$

Cette loi a été démontrée par des mesures effectuées sur des mélanges de sulfates de nickel et de magnésie, et communiquées dans une Note du 8 avril 1878.

» Je l'ai vérifiée plus complètement par des mesures que je me suis efforcé de rendre aussi précises que possible, et portant non plus sur les indices, mais sur l'angle des axes optiques. J'ai étudié ainsi quelques mélanges de sulfates de zinc et de magnésie. La loi précédente permet de calculer, pour un mélange de composition connue, les trois indices principaux, et par suite l'angle des axes, soit intérieur, soit extérieur. L'angle des axes optiques, dépendant des différences entre les indices principaux, varie très rapidement avec ces indices; il en résulte que la loi se trouve ainsi vérifiée avec un haut degré d'exactitude.

» L'angle des axes mesuré directement et l'angle calculé au moyen de la composition des sels s'accordent à quelques minutes près; on ne peut guère espérer, dans des mesures d'angle des axes optiques, obtenir l'angle à plus de 2′ ou 3′ près. On peut donc affirmer que l'écart entre le calcul et l'expérience reste compris dans les limites des erreurs expérimentales. Voici d'ailleurs le Tableau donnant, pour les sels étudiés, la composition

---

renoncé, en pratique, à la soude qui coûte trop cher et qui se carbonate à l'air. M. Reynier a obtenu de bons résultats en faisant, comme M. Carré, le vase poreux en parchemin. J'avais essayé, pour remplacer la soude, un mélange de chaux et de carbonate de soude, qui pourrait peut-être donner de bons résultats avec la pile de M. Reynier.

centésimale et atomique, l'angle des axes mesuré et l'angle calculé d'après la composition :

SELS.	PROPORTION pour 100 de		ÉQUIVALENTS de		ANGLE EXTÉRIEUR des axes optiques		DIFFÉRENCE.
	$MgO,SO^3, 7HO$.	$ZnO,SO^3, 7HO$.	$MgO,SO^3, 7HO$.	$ZnO,SO^3, 7HO$.	mesuré.	calculé.	
					° ′ ″	° ′ ″	′ ″
$MgO,SO^3, 7HO$	100	0	100	0	78.18	»	»
Mélange 1	78,20	21,80	80,8	19,2	76.55.30	76.58	+2.30
» 2	72,43	27,57	75,5	24,5	76.36	76.37	+1
» 3	38,96	61,04	42,75	57,25	74.15	74.16	+1
» 4	37,20	62,80	40,95	59,05	74. 9	74. 8.40	−0.20
» 5	26,59	73,41	29,8	70,2	73.16	73.17.20	+1.20
$ZnO,SO^3, 7HO$	0	100	0	100	70.57	»	»

» Les mesures d'angle des axes se rapportent à la raie D.

» Le point le plus important, dans une semblable vérification, c'est d'obtenir, pour les deux sels extrêmes de la série, ici le sulfate de zinc et le sulfate de magnésie, les valeurs des trois indices principaux avec une approximation suffisante; ce sont, en effet, ces indices qui servent à calculer ceux des sels mixtes, et par suite les angles des axes optiques.

» Les sels étudiés cristallisent, comme on sait, en prismes orthorhombiques, dont l'arête coïncide avec l'axe de moyenne élasticité. Le caractère optique est négatif; l'axe de plus grande élasticité, bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, est perpendiculaire à un clivage facile, correspondant à la face g^1. Des lames de clivage permettent donc de déterminer l'angle des axes. Les prismes étaient taillés de manière que leur arête coïncidât avec l'axe de moyenne élasticité; ils donnent comme indice ordinaire l'indice moyen. Cette détermination une fois faite, le prisme est placé sur la plate-forme d'un goniomètre de Babinet, donnant les 10″, et reçoit les rayons incidents sous un angle quelconque; il donne deux images, dont on détermine la déviation et, surtout avec grand soin, la distance. La déviation ordinaire permet de calculer l'angle d'incidence des rayons, et à l'aide de l'angle d'incidence et de la déviation extraordinaire on obtient l'indice extraordinaire. D'ailleurs, l'angle que le rayon intérieur fait avec un des axes d'élasticité se détermine facilement, une fois les mesures terminées, en clivant le prisme, ce qui donne une face perpendiculaire à l'axe de plus grande élasticité. On obtient ainsi l'indice extraordinaire avec la même approximation que l'indice moyen. Les différentes valeurs de

l'indice extraordinaire n ainsi obtenues sont reliées aux deux indices cherchés α et γ par la relation connue

$$(1) \qquad \frac{1}{n^2} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\gamma^2}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}\right)\cos 2(r - \psi),$$

où r désigne l'angle du rayon intérieur avec la normale à une face, et ψ l'angle de cette même normale avec l'axe de plus grande élasticité.

» Si l'on appelle β l'indice moyen et θ le demi-angle intérieur des axes optiques, on a, comme on le sait, l'équation

$$(2) \qquad \frac{1}{\beta^2} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\gamma^2}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\alpha^2} - \frac{1}{\gamma^2}\right)\cos 2\theta.$$

» Sans entrer dans les détails du calcul, il est facile de voir, en discutant l'équation (1), que le mode de calcul le plus exact consiste à combiner l'équation (2) avec l'équation (1), prise pour des valeurs de n voisines de α. C'est ainsi que j'ai opéré. Les valeurs des indices trouvées avec divers prismes ne différaient que par la cinquième décimale. Voici les valeurs moyennes :

	γ.	β.	α.
Sulfate de magnésie........	1,46083	1,45529	1,43207
Sulfate de zinc...........	1,48445	1,48010	1,45683

» On peut aussi donner à r des valeurs voisines de ψ, de manière à déterminer directement l'indice γ. Les valeurs de α et de γ ainsi trouvées, indépendamment de l'angle des axes, doivent le donner par le calcul, si elles sont suffisamment exactes. Pour le sulfate de zinc, les indices donnés par quatre prismes, dont deux donnaient des valeurs de n voisines de α et deux des valeurs voisines de γ, sont

$$\gamma = 1,484405 \quad \text{et} \quad \alpha = 1,45682.$$

L'angle des axes calculé est de $45°58'$ au lieu de $46°10'$.

» Dans toutes ces mesures, les prismes étaient recouverts de lames de glace, à faces à peu près parallèles, qui étaient d'abord étudiées au goniomètre, de manière à permettre, sous chaque incidence, de faire des corrections convenables aux déviations observées. Je préfère employer des lames franchement prismatiques, pourvu que l'angle ne dépasse pas quelques minutes; les faces sont plus planes et les images meilleures. Ces calculs de correction ne présentent d'ailleurs aucune difficulté; ils sont

longs et fastidieux, mais sont nécessaires pour obtenir l'exactitude que j'espérais atteindre.

» Je crois, en définitive, avoir démontré, au moins pour les sulfates de la série magnésienne, l'existence de la loi que j'ai énoncée. Cette loi existe-t-elle d'une manière aussi précise pour d'autres sels isomorphes? Je pense, comme je l'ai établi dans ma première Note, qu'il en est ainsi toutes les fois que les sels ont le même équivalent en volume, c'est-à-dire lorsque la densité est proportionnelle à l'équivalent. C'est ce qui arrive dans de nombreuses séries de sels isomorphes, comme M. Kopp l'a démontré par des mesures directes. »

PHYSIQUE. — *Influence de la température sur la distribution des sels dans leurs solutions.* Note de M. CH. SORET.

« Dans une série d'expériences, dont quelques-unes ont été publiées, il y a plusieurs mois déjà, dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*, j'ai cherché à déterminer l'état d'équilibre vers lequel tend, au point de vue de sa concentration, une solution saline primitivement homogène, dont deux parties sont portées à des températures différentes. De nouveaux résultats ayant complètement confirmé ceux que j'avais obtenus précédemment, je crois devoir les communiquer à l'Académie.

» Les solutions à étudier étaient introduites, comme pour le remplissage d'un thermomètre, dans des tubes de verre effilés aux deux bouts, de $0^m,30$ de longueur sur $0^m,02$ environ de diamètre intérieur. La partie supérieure, fermée, était introduite dans des moufles de cuivre verticaux, pratiqués au fond d'une petite chaudière, dont la température était maintenue constante par l'emploi d'un régulateur à gaz d'Andreac. La partie inférieure des tubes plongeait dans l'eau froide d'un réservoir un peu profond, placé au-dessous, et était effilée en une longue pointe recourbée vers le haut, de façon que l'extrémité ouverte restât toujours au-dessus du niveau de l'eau froide et pût être fermée à la lampe après l'établissement de l'équilibre de température. Cette disposition permettait de remplir les tubes sans y laisser de bulles d'air, puis de les mettre en place et de les ôter sans déranger l'appareil. Pour ouvrir ces tubes, après les avoir doucement retirés de la chaudière, on cassait la pointe recourbée inférieure, puis la pointe supérieure, et l'on recueillait successivement dans trois flacons le liquide à mesure qu'il s'écoulait.

» Voici maintenant les résultats que j'ai obtenus sur des sels fort différents quant à la variation de leur solubilité avec la température et quant à leur poids moléculaire. Les chiffres ci-dessous représentent, en centièmes du liquide analysé, les concentrations des parties extrêmes des tubes. Pour ne pas allonger inutilement, je ne donne pas ici les valeurs trouvées pour la partie intermédiaire.

Durée de l'expérience.	Partie chaude (78° C.) C.	Partie froide (15°-18° C.) F.	Différence F — C.	$\frac{F-C}{F}$.
		Azotate de potasse.		
10 jours......	4,978	5,069	0,091	»
19 jours......	5,019	5,104	0,085	»
24 jours......	2,245	2,293	0,048	»
25 jours......	9,454	9,683	0,229	»
23 jours......	20,551	21,156	1,590	»
		Chlorure de sodium.		
15 jours......	5,847	5,897	0,050	»
15 jours......	10,831	11,148	0,317	»
25 jours......	20,547	21,423	0,876	»
56 jours......	5,849	6,097	0,248	0,041
56 jours......	10,781	11,446	0,665	0,058
56 jours......	16,733	17,696	0,963	0,054
56 jours......	20,536	21,654	1,118	0,052
		Chlorure de potassium.		
50 jours......	9,827	10,540	0,713	0,068
50 jours......	11,846	12,522	0,676	0,054
50 jours......	16,712	17,937	1,225	0,068
50 jours......	23,191	24,885	1,694	0,068

» Une série analogue, effectuée sur du chlorure de lithium, m'a donné des différences dans le même sens, mais plus faibles encore.

» *En résumé,* il ressort de mes recherches que :

» 1° Pour tous les sels que j'ai étudiés, la concentration de la partie chauffée diminue, tandis que celle de la partie froide augmente.

» 2° La différence qui s'établit croît avec la concentration primitive; les chiffres obtenus pour NaCl et KCl, au bout de cinquante à cinquante-six jours, sembleraient indiquer que, dans l'état d'équilibre, elle est à peu près proportionnelle à la concentration primitive.

» 3° Dans la série des chlorures alcalins, la différence est d'autant plus

grande, pour une même concentration absolue, que le poids moléculaire du sel est plus élevé.

» 4° Le phénomène paraît être sans relation avec la courbe de solubilité du sel.

» Le temps considérable pendant lequel il fallait maintenir constante la température de la chaudière, et la petitesse des différences à mesurer, ont rendu ces expériences assez difficiles. Les chiffres que j'indique ne peuvent donc être considérés que comme une première approximation. »

PHYSIQUE. — *Sur l'élévation du point zéro dans les thermomètres à mercure.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel.

« C'est un fait bien connu qu'un thermomètre à mercure qui est resté quelque temps à la température ordinaire subit un abaissement temporaire de son point zéro de quelques dixièmes de degré si on le chauffe à 100° ou au-dessus, tandis qu'une exposition prolongée à une haute température fait contracter la boule d'un thermomètre et produit une élévation de la colonne de mercure sur l'échelle. C'est ce dernier phénomène que l'on désire discuter dans cette Communication. M. Person a observé une élévation du point zéro de 12°, 15° et 17° dans trois thermomètres chauffés longtemps à 440°. MM. Deville et Mascart ont trouvé, pour trois thermomètres chauffés pendant trois heures à 266°, à 206° et à 166°, une élévation du point zéro de 13°,5, 12°,5 et 11°,4. Ce phénomène a été observé à un moindre degré pendant l'usage ordinaire des thermomètres, et l'on peut citer comme exemple d'un effet inusité de la température un thermomètre anglais en cristal dont le point zéro est monté de 11° pendant quelques mois qu'il a servi à faire des distillations fractionnées d'une substance bouillant vers 320°; on observe presque toujours des déplacements de 4° à 7° dans les thermomètres nouveaux en cristal qui servent pendant quelques mois à des opérations semblables entre 200° et 340°. Les expériences suivantes donnent une mesure approximative de la relation entre l'effet produit à une température fixe et la durée du temps. Dans la première colonne sont inscrites les dates de chaque observation du point zéro. Les huit colonnes suivantes donnent les positions du point zéro sur huit thermomètres une heure après le chauffage. La dernière colonne indique la température et le temps compris entre deux observations des points zéro. La

température de 355° a été maintenue constante au moyen du mercure en ébullition.

1879.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	TEMPS.	TEMPÉRATURE.
Octobre 6...	+ 7,0	+ 5,6	+ 6,9		— 0,15	— 0,05			48 heures	355°
» 10...	16,8	17,5	20,8	— 0,45	5,8	11,0			50 »	»
» 13...	19,0	19,9	23,7	+ 9,7	7,65	12,95	0,0	+ 0,26	15 »	»
» 15...	19,3	20,2	24,0	10,3	7,8	13,0	3,7	7,00	30 »	»
» 17...	19,7	20,5	24,7	11,7	8,1	13,5	7,0	11,63	70 »	»
» 20...	21,2	22,4	26,4	14,4	9,5	15,4	9,8	15,00	50 »	»
» 22...	22,7	23,7	26,4[1]	16,1	10,55	16,95	11,3	16,68	12 jours	10°-15°
Novemb. 3...	22,2[2]	23,8	25,3[2]	16,25	10,5	15,6[2]	11,5	17,00	7 »	»
» 10...	22,3	23,8	25,4	16,15	10,60	15,8	11,5	17,00	30 minutes	100°
» 10...	22,3	23,8	25,4	16,15	10,60	15,8	11,5	17,21	6 heures	216°
» 10...	23,0	23,7	26,0	16,5	11,0		11,8	17,04	4 jours	10°-15°
» 14...	23,0	23,7	26,0	16,6	11,0		11,9	17,06	6 heures	304°
» 14...	23,25	24,4	26,2	16,9	11,2		12,1	17,22	4 jours	5°-15°
» 18...	23,3	24,3	26,3	16,8	11,2			17,39[1]	Chauffé 3 fois, 15m chaque fois	304°
» 24...	22,95	23,95	25,9	16,7	10,95			17,43[1]		
1880.									6½ mois	0°-20°
Juin 12......	23,5[3]	23,8	26,0	16,95	11,1		12,1	17,62	40 minutes	304°
» 14......		24,0	26,0	16,6	11,0		11,5		1 jour	15°-20°
» 15......		24,0	26,0	16,6	11,0		11,7		8 jours	15°-20°
» 23......	23,5	24,0	26,0	16,6	11,0		11,8	17,65[1]	20 minutes	304°
Juill. 5......	23,5	23,8	25,8	16,55	10,7		11,4			

(1) Ces thermomètres sont restés à la température ordinaire depuis la dernière observation.

(2) Les thermomètres I, III et VI avaient la colonne divisée en partie ou en totalité par une bulle d'air, de sorte que les dernières déterminations sont trop élevées. Immédiatement avant de faire les observations marquées, on a réuni la colonne en faisant bouillir le mercure.

(3) Le thermomètre n° I fut ouvert en cassant la pointe. Le point zéro était alors 23,3; il est resté le même quelques mois après, et finalement est monté à 23,5.

» Les quatre premiers thermomètres sont en cristal français. Les nos I, II et III avaient été en usage pendant un ou deux ans, et leurs points zéro étaient montés de 5°, 6° ou 7°. Le n° IV est un thermomètre de M. Baudin que l'on a fait chauffer pendant huit jours de 300° à 320°, avant la graduation, de sorte qu'une élévation probable du zéro de 6° ou 8° doit être ajoutée aux chiffres de la Table. Les quatre derniers thermomètres sont en verre de soude allemand, exempt de plomb.

» On peut tirer de ces expériences les conclusions suivantes :

» *Le point zéro monte plus rapidement et plus loin dans les thermomètres en cristal que dans ceux en verre sans oxyde de plomb.*

» *L'élévation du point zéro est beaucoup plus rapide au commencement et*

tend probablement vers une limite pour un chauffage très prolongé à une température fixe.

» On a arrêté les expériences, avant d'arriver à l'effet maximum, pour déterminer si l'élévation acquise reste constante, et l'on a trouvé que :

» *Le point zéro, qui s'est élevé par l'action longtemps prolongée d'une haute température, se fixe à cette nouvelle hauteur lorsque l'instrument est conservé à la température ordinaire, et l'effet produit par une température élevée rend le thermomètre plus stable sous l'influence de la chaleur à toute température inférieure.*

» Cette dernière conclusion est non seulement basée sur les expériences citées plus haut, mais aussi sur de nombreux essais faits avec seize thermomètres nouveaux. A partir de 200°, on obtient une élévation notable du zéro après un chauffage de plusieurs heures à une température constante, et l'effet augmente rapidement si l'on emploie des températures plus élevées; mais les données ne suffisent pas pour déterminer dans quelle proportion. Le phénomène de la dépression temporaire du zéro intervient pour masquer les résultats, et l'on peut remarquer, dans les chiffres du Tableau, certaines perturbations qui proviennent de cette cause. On discutera dans une autre Communication l'interprétation à donner à ces faits, et, pour simplifier la question, on ne citera ici que quelques expériences dans lesquelles l'élévation du point zéro est si considérable, que l'on est dispensé de tenir compte de la dépression temporaire, qui ne dépasse jamais quelques dixièmes de degré. Voici les résultats avec des thermomètres en cristal. Thermomètre A : chauffé cent minutes à 304°, le zéro est monté depuis + 1°,8 à 2°,5; chauffé encore cinquante minutes à la même température, le zéro est monté à 3°,2; chauffé encore quatre-vingt-quinze minutes, le zéro est à 4°,3; chauffé encore quarante-deux minutes, le zéro est à 4°,7. Un autre thermomètre B, chauffé trente minutes à 340°, a changé son point zéro de 1°,1 à 3°,6. Un autre thermomètre C, chauffé quarante-cinq minutes à 340°, a changé son point zéro de + 0°,1 à 4°,9; chauffé encore soixante minutes à 304°, le zéro est à 5°,1; chauffé encore cent vingt minutes à 304°, le zéro est à 5°,4; chauffé encore soixante minutes à 304°, le zéro est à 5°,5. On voit bien, dans cette dernière expérience, comme dans celles à 355°, que le chauffage à une température plus élevée a protégé le thermomètre contre l'action de la chaleur à 304°. »

CRISTALLOPHYSIQUE. — *Développement, par pression, de l'électricité polaire dans les cristaux hémièdres à faces inclinées.* Note de MM. **Jacques** et **Pierre Curie**, présentée par M. Friedel.

« 1. Les cristaux possédant un ou plusieurs axes dont les extrémités sont dissemblables, c'est-à-dire les cristaux hémièdres à faces inclinées, jouissent d'une propriété physique spéciale, celle de donner naissance à deux pôles électriques de noms contraires aux extrémités des axes susdits, lorsqu'ils subissent une variation de température : c'est le phénomène connu sous le nom de *pyroélectricité*.

» Nous avons trouvé un nouveau mode de développement de l'électricité polaire dans ces mêmes cristaux, qui consiste à les soumettre à des variations de pression suivant leurs axes d'hémiédrie (¹).

» Les effets produits sont entièrement analogues à ceux causés par la chaleur : pendant une compression, les extrémités de l'axe sur lequel on agit se chargent d'électricités contraires; une fois le cristal ramené à l'état neutre, si on le décomprime, le phénomène se reproduit, mais avec une inversion des signes; l'extrémité qui se chargeait positivement par compression devient négative pendant la décompression, et réciproquement (²).

» Pour faire une expérience, on taille deux faces parallèles entre elles et perpendiculaires à un axe d'hémiédrie dans la substance que l'on veut étudier; on les revêt de deux feuilles d'étain qu'on isole extérieurement par deux plaques en caoutchouc durci; le tout étant placé entre les mâchoires d'un étau, par exemple, on peut exercer des pressions sur les deux faces taillées, c'est-à-dire suivant l'axe d'hémiédrie lui-même. Pour constater l'électricité, nous nous sommes servis d'un électromètre Thomson. On peut montrer la différence de tension des extrémités en mettant chaque feuille d'étain en communication avec deux des couples de secteurs de l'instrument, l'aiguille étant chargée d'une électricité connue. On peut aussi recueillir séparément chacune des électricités; il suffit pour cela de

(¹) *Bulletin de la Société minéralogique*, 1880.

(²) Les cristaux hémièdres à faces inclinées sont les seuls cristaux pyroélectriques; ce sont aussi les seuls capables d'acquérir l'électricité polaire par pression. Certains cristaux holoèdres, comme le spath, se chargent bien par pression, mais d'une seule électricité; c'est là un phénomène de surface, entièrement différent, et dont l'effet était insensible dans les conditions de nos expériences.

mettre une des feuilles d'étain en communication avec la terre, l'autre étant en communication avec l'aiguille et les deux couples de secteurs étant chargés à l'aide d'une pile.

» Quoique n'ayant pas encore abordé l'étude des lois qui régissent le phénomène, nous pouvons dire qu'il présente des caractères identiques à ceux de la pyroélectricité tels que les a définis Gaugain dans son beau travail sur la tourmaline.

2. Nous avons fait l'étude comparée des deux modes de développement d'électricité polaire sur une série de substances non conductrices, hémièdres à faces inclinées, qui comprend à peu près toutes celles qui sont connues comme pyroélectriques (¹).

» L'action de la chaleur a été étudiée à l'aide du procédé indiqué par M. Friedel, procédé qui est d'une si grande commodité (²).

» Nos expériences ont porté sur la blende, le chlorate de soude, la boracite, la tourmaline, le quartz, la calamine, la topaze, l'acide tartrique droit, le sucre, le sel de Seignette.

» Pour tous ces cristaux, les effets produits par compression sont de même sens que ceux produits par refroidissement; ceux dus à une décompression sont de même sens que ceux dus à un échauffement.

» Il y a là une relation évidente qui permet de rapporter dans les deux cas le phénomène à une cause unique et de les réunir dans l'énoncé suivant :

» *Quelle que soit la cause déterminante, toutes les fois qu'un cristal hémièdre à faces inclinées, non conducteur, se contracte, il y a formation de pôles électriques dans un certain sens; toutes les fois que ce cristal se dilate, le dégagement d'électricité a lieu en sens contraire.*

» Si cette manière de voir est exacte, les effets dus à la compression doivent être de même sens que ceux dus à l'échauffement dans une substance possédant suivant l'axe d'hémiédrie un coefficient de dilatation négatif (³). »

(¹) On peut prévoir qu'il en existe beaucoup d'autres parmi les substances cristallisées artificielles. Les corps actifs sur la lumière polarisée, par exemple, fournissent des cristaux dont certains diamètres ont leurs extrémités dissemblables.

(²) *Bulletin de la Société minéralogique*, 1879.

(³) Ce travail a été fait au laboratoire de Minéralogie de la Faculté des Sciences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bases pyridiques.* Note de M. OECHSNER DE CONINCK, présentée par M. Wurtz.

« La distillation de la cinchonine (1 partie) avec la potasse caustique (3 parties) fournit des huiles basiques d'où l'industrie extrait la quinoléine. Dans la même réaction prennent naissance un certain nombre de bases pyridiques, que l'on peut séparer au moyen de la distillation fractionnée, et qui sont isomériques avec les bases du goudron de houille ou de l'huile de Dippel. On a obtenu ainsi une lutidine, une collidine et une parvoline nouvelles. Ces bases sont difficiles à purifier; même après plusieurs rectifications, elles restent mélangées avec une substance étrangère très adhérente, dont on ne peut les débarrasser qu'au moyen d'un traitement spécial.

» On ajoute aux diverses fractions un excès d'acide chlorhydrique étendu; la solution limpide est épuisée deux ou trois fois par l'éther. Après avoir séparé l'éther, on décompose la solution acide par un excès de lessive de potasse; le tout est agité de nouveau avec l'éther, et la solution éthérée est séchée sur la potasse anhydre. Finalement, on distille dans un appareil à boules.

» La lutidine pure, C^7H^9Az, est un liquide parfaitement incolore, mobile, réfringent, d'une odeur spéciale et d'une saveur brûlante. Elle est très hygroscopique et presque insoluble dans l'eau. Elle bout à 165°. Sa densité de vapeur a été déterminée au moyen de l'appareil de Meyer; on l'a trouvée égale à 3,8 (le nombre théorique étant 3,71). Sa densité à 0° est de 0,9593 [1].

» Le chlorhydrate de lutidine, C^7H^9Az, HCl, se présente sous forme de cristaux blancs lamelleux; il est excessivement déliquescent.

» Le bromhydrate constitue de petits cristaux blancs assez déliquescents.

» Le chloroplatinate cristallise en belles paillettes d'un rouge orangé. Il est modifié par l'eau bouillante, qui lui fait perdre 2^{mol} d'acide chlorhydrique. Le sel modifié est cristallisé en paillettes jaunes.

» Le chloroaurate se présente sous forme d'une poudre cristalline d'un jaune éclatant.

» La collidine pure, $C^8H^{11}Az$, bout à 195°; son aspect rappelle tout à fait celui de la lutidine. Elle est aussi très hygroscopique et à peine soluble

(1) M. Greville Williams a déjà signalé l'isomérie de cette lutidine avec celle du goudron d'os.

dans l'eau. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 4,25 (nombre théorique, 4,19). Sa densité à 0° est de 0,9656.

» Le chloroplatinate forme une poudre cristalline d'un rouge orangé. L'eau bouillante lui fait subir la même transformation qu'au sel correspondant de lutidine. Le chloroplatinate modifié est cristallisé en petites paillettes jaunes.

» La parvoline n'a pas encore été obtenue à l'état de pureté; elle bout vers 220°. Le chloroplatinate constitue une poudre cristalline d'un jaune légèrement brunâtre.

» L'étude des produits d'oxydation de toutes ces bases fera l'objet d'une seconde Note.

» Le Tableau suivant permet de comparer les points d'ébullition et les densités des bases provenant soit de l'huile de Dippel, soit de la distillation de la cinchonine :

		Bases de l'huile d'os.	Bases de la cinchonine.
Lutidine....	Point d'ébullition.......	155°,5	165°
	Densité...............	0,946	0,9593
Collidine (1).	Point d'ébullition.......	180°	195°
	Densité...............	0,944	0,9656
Parvoline...	Point d'ébullition.......	188°	bout vers 220° (2) »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les chaleurs de combustion de quelques corps de la série grasse*. Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« Ces recherches font suite à celles que j'ai publiées précédemment dans les *Comptes rendus*; elles sont destinées à éclairer la question de la chaleur de formation des différents isomères, ainsi que de quelques autres substances dont l'étude présentait de l'intérêt. Quelques-unes de ces substances ont été analysées par moi; pour plusieurs autres, je suis redevable à l'obligeance de M. Menschoutkine, qui les avait conservées depuis ses expériences sur l'éthérification.

» 1. *Alcool allylique* CH^2CHCH^2OH *non saturé primaire*. — Sa chaleur de combustion, suivant l'équation

$$C^3H^6O \text{ liq.} + 8O \text{ gaz.} = 3CO^2 \text{ gaz.} + 3H^2O \text{ liq.},$$

(1) La collidine préparée par M. Wurtz à l'aide de l'aldol ammoniaque est identique avec l'aldéhydine de MM. Baeyer et Ador. Elle bout de 177° à 179°.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

est, pour 1^{gr} de substance,

	cal
	7630,5
	7610,9
	7654,2
Moyenne...	7631,9

et par molécule en grammes

$$7631,9 \times 58 = 442650^{cal},2.$$

L'alcool allylique est isomérique avec l'acétone, qui présente une structure toute différente :

$$\begin{matrix} CH^3 \searrow \\ CH^3 \nearrow \end{matrix} CO.$$

Favre et Silbermann ont trouvé, pour la chaleur de combustion de l'acétone,

$$7303 \times 58 = 423574^{cal},$$

nombre inférieur de 19076^{cal} à celui que j'ai donné pour l'alcool allylique, c'est-à-dire de plus de 4 pour 100 de la valeur de cette dernière. On voit que dans ce cas la différence de fonction influe d'une manière notable sur la différence entre les chaleurs de combustion. L'alcool allylique diffère, par 2H en moins, de l'alcool propylique normal; à ces 2H correspond une différence de 37663^{cal} dans les chaleurs de combustion de ces deux alcools, tous les deux primaires, mais l'un saturé et l'autre non saturé.

» 2. *Éthylvinylcarbinol* $C^2H^5C^2H^3CHOH$. — Ce corps, obtenu par M. Wagner, de Saint-Pétersbourg, n'est pas, à proprement parler, un homologue de l'alcool allylique, car c'est un alcool secondaire; mais il appartient à la même série d'alcools non saturés. Sa chaleur de combustion, suivant l'équation

$$C^5H^{10}O \text{ liq.} + 14O \text{ gaz.} = 5CO^2 \text{gaz.} + 5H^2O \text{ liq.},$$

est, pour 1^{gr},

	cal
	8765,4
	8815,8
	8725,3
	8726,7
Moyenne...	8758,3

et par molécule en grammes

$$8758,3 \times 86 = 753\,213^{cal},8,$$

ce qui donnerait dans cette série d'alcools, pour chaque CH^2 de différence, une différence de $155\,281^{cal},8$ dans les chaleurs de combustion. L'éthylvinylcarbinol est isomérique avec l'aldéhyde valérique, que je compte étudier sous peu.

» 3. *Glycol propylénique normal*

$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CH^2 \\ | \\ CH^2OH. \end{array}$$

— Cette substance a été étudiée sur deux échantillons. La chaleur de combustion, suivant l'équation

$$C^3H^8O^2 \text{ liq.} + 8O \text{ gaz.} = 3CO^2 \text{ gaz.} + 4H^2O \text{ liq.},$$

est, pour le premier échantillon (point d'ébullition, 210°-213°) et pour 1^{gr} de substance,

$$\begin{array}{l} 5664^{cal},6, \\ 5611,4; \end{array}$$

pour le second échantillon, plus pur (point d'ébullition, 213°-214°) et également pour 1^{gr} de substance,

$$\begin{array}{l} 5682^{cal},9, \\ 5663,7. \end{array}$$

C'est la moyenne de ces deux derniers nombres que je crois pouvoir adopter pour cette chaleur de combustion, qui sera par gramme $5673^{cal},3$, et par molécule en grammes

$$5673,3 \times 76 = 431\,170^{cal},8.$$

» 4. *Glycol isopropylénique*

$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH^3. \end{array}$$

— Isomérique avec le précédent. Point d'ébullition, 189°-191°. La chaleur de combustion, suivant la même équation que précédemment, est, pour 1^{gr},

$$\begin{array}{lr} & 5764^{cal},2 \\ & 5756,2 \\ & 5699,7 \\ \text{Moyenne...} & \overline{5740,0} \end{array}$$

et par molécule en grammes

$$5740 \times 76 = 436240^{cal},0,$$

nombre ne différant de celui trouvé pour le glycol isomère que d'un peu plus de 1 pour 100 : différence insignifiante et pouvant être attribuée à ce que les chaleurs totales de vaporisation de ces deux corps peuvent ne pas être identiques. Elle est, du reste, telle, que l'étude de ces deux glycols ne fait que confirmer les conclusions auxquelles m'a amené l'étude comparative des alcools primaires, secondaires et tertiaires. Cette différence est, par exemple, à peu près quatre fois moindre que celle que j'ai constatée entre les chaleurs de combustion de l'alcool allylique et de l'acétone. Favre et Silbermann ont trouvé, en comparant sous ce rapport les éthers et les acides gras qui leur sont isomères, des différences allant jusqu'à 16 pour 100 pour les homologues inférieurs et diminuant à mesure qu'on s'élève dans la série.

» La comparaison des chaleurs de combustion de l'alcool allylique et de l'acétone montre que la réserve d'énergie est plus grande dans le premier corps, ce qui semble répondre à son aptitude à éprouver des réactions plus variées. La transformation de l'alcool en acétone serait accomplie avec dégagement de chaleur.

» On trouve une assez grande concordance en comparant les chaleurs de combustion des glycols éthylénique et propylénique à celle des alcools correspondants. En effet, la chaleur de combustion est la suivante :

Alcool ordinaire	330464^{cal}
Glycol éthylénique	283293
Différence	47171
Alcool propylique normal	480313
Glycol propylénique normal	431171
Différence	49142

» Dans la série propylénique, les différences entre les chaleurs de combustion sont plus grandes entre l'alcool et le glycol qu'entre ce dernier et la glycérine :

Première différence	49142
Seconde différence	38616

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Identité de la septicémie expérimentale aiguë et du choléra des poules.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Lorsqu'on étudie le *choléra des poules* et la *septicémie aiguë*, on est vite frappé de l'analogie qui existe entre ces deux maladies : deux animaux de même espèce, inoculés avec le sang de l'une et l'autre maladie, et de la même manière, présentent des symptômes identiques, meurent dans un même temps et montrent des lésions exactement semblables; le parasite est le même.

» Pour bien établir ce rapprochement, j'ai institué des séries d'expériences parallèles : avec le sang provenant d'animaux morts du choléra, et avec des matières animales plus ou moins putréfiées.

» Depuis les expériences de MM. Coze et Feltz en 1866, Davaine, Vulpian, Bouley, etc. en 1872 et 1873, les discussions que soulevèrent les faits de septicémie à l'Académie de Médecine et les travaux de savants allemands, il est démontré que certaines matières animales en voie de putréfaction, injectées ou inoculées sous la peau du lapin et de quelques autres animaux, amènent après quelques inoculations la production d'une maladie très rapidement mortelle, inoculable avec des dilutions presque infinitésimales, et qui se reproduit indéfiniment sous cet état.

» La présence d'un parasite dans la septicémie qui présente ce caractère a été soutenue, puis niée; on a parlé de bactéries, de vibrions de différentes formes, de produits de putréfaction. Je puis dire, après plusieurs séries d'expériences comprenant plus de deux cent cinquante cas, que, dans la maladie à forme rapide qui tue le lapin en dix à vingt heures et qui s'inocule si facilement aux oiseaux, existe un microbe de forme et de propriétés bien déterminées, dont l'action est toujours identique, qui est celui que M. Pasteur a si parfaitement étudié et dont j'ai déjà démontré l'existence dans la maladie qu'on désigne sous le nom de *choléra des poules*.

» Le choléra des poules n'est donc autre chose que la septicémie aiguë, contractée spontanément par ces oiseaux dans les lieux qu'ils habitent, et il est nécessaire, pour que le choléra existe, qu'il y ait à leur portée des matières en putréfaction.

» Je suis autorisé à affirmer l'existence de ces matières putréfiées et leur introduction par le tube digestif. J'ai reproduit exactement les lésions du

choléra et de la septicémie par l'ingestion de sang ou de matières provenant de septicémiques, et j'ai pu les comparer à ces maladies à l'état spontané. Dans l'un et l'autre cas, tous les ganglions lymphatiques de la tête et du cou sont tuméfiés, durs, marqués de taches sanguines, et l'examen microscopique décèle entre leurs éléments, et surtout dans les follicules, le parasite en quantité prodigieuse, en même temps que des hémorrhagies abondantes siégeant surtout à la périphérie du ganglion. Les deux chaînes ganglionnaires cervicales des oiseaux morts du choléra spontané sont surtout remarquables par le volume, la coloration et les ecchymoses de ces organes; de même chez le lapin pour les ganglions sous-maxillaires et préscapulaires.

» Je rappellerai que, le 8 juillet 1878, j'avais l'honneur de communiquer à l'Académie une Note sur une maladie causée par un *vibrion aérobie* que je rapprochais de faits de MM. Leplat et Jaillard et de l'affection que M. Davaine a appelée *maladie de la vache*, mais que je reconnais avec lui être de la septicémie. Le sang qui avait servi à la première inoculation provenait d'un cheval mort avec tous les symptômes du charbon, mais je reconnus aussitôt qu'il ne pouvait être question de cette maladie, car les bactéridies faisaient absolument défaut. Le cheval était mort de septicémie.

» A la même époque, un cheval mourait de la *typhose* à l'École de Toulouse. Une goutte de son sang tuait un lapin en douze heures, avec les mêmes lésions que le précédent.

» Dans une troisième série, la matière infectieuse provenait du foie putréfié dans la cavité abdominale d'un cheval mort vingt heures après un grand traumatisme. La première inoculation tua un lapin en neuf heures. Le sang du lapin fit mourir des pigeons dans le même espace de temps, et je constatai nettement ici les caractères du choléra, car à cette époque (29 septembre 1879) je les avais étudiés très exactement.

» D'autres cas encore se sont présentés. Un vétérinaire des environs de Toulouse m'envoie du sang de moutons morts du charbon. Ce sang a subi un commencement de putréfaction; inoculé au lapin, il le tue, et l'on trouve dans le sang un mélange de bactéridies et de granulations. A la deuxième ou à la troisième inoculation, les bactéridies disparaissent; le microbe, plus actif et plus rapide dans son action que le parasite du charbon, persiste seul et tue les poules avec toutes les lésions du choléra.

» Je conserve des premières et deuxièmes cultures du sang des animaux où les deux parasites sont mélangés. En les inoculant aux moutons, aux chiens ou aux cobayes, ces animaux meurent constamment du charbon,

et le nombre des bactéridies reste considérable dans le sang; mais, si l'on inocule des lapins, le microbe de la septicémie a bientôt éliminé la bactéridie.

» Dans toutes les séries d'expériences, un certain nombre d'animaux, lapins ou poules, sont morts sans avoir été inoculés; ils présentaient des lésions semblables à celles de la mort par ingestion, ou, si l'on veut, de l'inoculation à la bouche.

» Les phénomènes que l'on provoque par l'inoculation aux animaux qui résistent sont aussi exactement identiques avec l'un et l'autre sang. Je rappelais plus haut le cas du cobaye. Injecté sous la peau du cheval, de l'âne, du chien, du mouton, le sang septicémique ou celui du choléra provoque la formation d'une tumeur œdémateuse qui se résout en un abcès et qui est accompagnée de phénomènes généraux très graves, sans que cependant le sang possède de propriétés contagieuses. Cette faculté est réservée à la sérosité de l'œdème, et plus tard au pus de l'abcès, qui la conserve même après le retour des animaux à l'état normal.

» On observe aussi que, si l'on fait sur le même animal réfractaire des injections successives sous-cutanées, la fièvre et les phénomènes locaux s'amendent de plus en plus à chaque inoculation, et bientôt elles ne donnent plus qu'une simple papule ou se comportent comme des pipûres ordinaires. »

M. **Toussaint**, en adressant la Note qui précède, demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 12 juillet 1880.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

Procédé pour la vaccination du mouton et du jeune chien.

« J'ai tout d'abord employé la filtration du sang charbonneux provenant du chien, du mouton ou du lapin. Pour cela, je recueillais le sang d'un animal inoculé au moment où il allait mourir ou immédiatement après la mort. Ce sang était ensuite défibriné par le battage, passé sur un linge et filtré sur dix ou douze feuilles de papier. C'est avec ce procédé qu'ont été vaccinés trois chiens de trois mois et la première brebis. Mais c'est un moyen dangereux et nullement pratique, car souvent les filtres laissent passer des bactéridies que le microscope reconnaît difficilement, parce qu'elles sont très rares, et l'on tue les animaux que l'on voulait préserver.

» En face de ces accidents, et ne pouvant me procurer de filtre donnant la matière filtrée en quantité suffisante, j'ai eu recours à la chaleur pour tuer les bactéridies et j'ai porté le sang défibriné à 55° pendant dix minutes. Le résultat a été complet. Cinq mou-

tons, inoculés avec 3^{cc} de ce sang, ont été inoculés depuis avec du sang charbonneux très actif et ne s'en sont nullement ressentis.

» Mais cependant il est nécessaire, pour assurer l'innocuité complète, de faire plusieurs inoculations. Ainsi, après la première inoculation préventive, j'ai inséré, sous la peau des oreilles de deux moutons, du sang charbonneux de lapin et des spores de culture. L'un d'eux mourut avec une immense quantité de bactéridies dans le sang. J'inoculai alors de nouveau les quatre moutons restants avec le sang même du mouton mort, après l'avoir porté à 55°, et, depuis cette époque, chaque mouton a été inoculé deux fois avec du sang charbonneux sans en ressentir le moindre mal.

» Non seulement les animaux sont réfractaires au charbon, mais les inoculations les plus chargées de bactéridies ne produisent *aucun effet local inflammatoire*; les plaies se cicatrisent comme des plaies simples, ce qui me porte à penser que l'obstacle au développement du charbon n'est pas seulement dans les ganglions, mais aussi dans le sang ou la lymphe, dans les liquides de l'économie, qui sont devenus impropres à nourrir le parasite.

» Les moyens pratiques qui pourront servir à inoculer tous les animaux d'un troupeau vont être recherchés immédiatement. J'espère que les difficultés seront faciles à surmonter et que, d'ici à peu de temps, je pourrai rendre publique la méthode renfermée dans cette Note. »

ZOOTECHNIE. — *Formation de races nouvelles. Recherches d'ostéologie comparée, sur une race de Bœufs domestiques observée en Sénégambie.* Note de M. A.-T. DE ROCHEBRUNE, présentée par M. de Quatrefages.

« Les naturalistes et les voyageurs de toutes les époques, pour des raisons qui nous échappent, ont gardé le silence le plus absolu sur une race de Bœufs domestiques propre à la Sénégambie, dont l'étude présente un intérêt particulier.

» Appartenant, comme la plupart de ses congénères africaines, au groupe des Zébus de grande taille (*Bos indicus* Auct.), elle paraît être originaire des hauts plateaux du Fonta-Djallon, d'où les Pouls, peuples pasteurs, l'ont dispersée, dans un but commercial, sur tout le littoral compris entre le cap Blanc et la pointe de Joall, les deux rives du Sénégal et la presque totalité du Cayor; sur cette vaste étendue de territoire, les Nègres et les Maures de la côte l'emploient, sous la dénomination de *Bœufs porteurs*, au transport des gommes et des produits du pays.

» Un caractère éminemment exceptionnel la distingue des autres races: ce caractère consiste dans la présence sur la région nasale d'une véritable corne, identique aux cornes frontales par sa nature même et son mode de développement. Propre aux femelles tout aussi bien qu'aux mâles, cette

corne, parfois conique, plus fréquemment développée en forme de pyramide quadrangulaire tronquée, atteint une hauteur moyenne de $0^m,060$ à $0^m,075$ sur $0^m,055$ de large et $0^m,040$ d'épaisseur; ses faces sont sillonnées de côtes et de dépressions perpendiculaires, des stries d'accroissement horizontalement stratifiées règnent de la base au sommet; les os propres du nez sur lesquels elle repose, plus courts que dans les Zébus en général, ne s'articulent pas directement avec les frontaux; ils en sont séparés par un wormien trapézoïdal, dont la base s'unit avec eux par une suture droite et horizontale. A partir de ce point, ils s'élèvent obliquement et forment une protubérance haute et allongée; il est facile de voir qu'un travail physiologique spécial s'est établi dans cette région; sous l'influence du rôle que les susnasaux étaient appelés à remplir, leur tissu, ordinairement compacte, est devenu le siége d'une vascularisation des plus accusées, et l'hypergénèse de leurs éléments constitutifs a provoqué l'ostéoporose fonctionnelle, dont l'aspect caverneux peut être comparé à celui des noyaux osseux des cornes frontales.

» Ce phénomène, que l'examen d'un seul individu tendrait à faire considérer comme simplement tératologique, acquiert une valeur réelle lorsqu'on étudie un grand nombre de sujets. En effet, sur un troupeau de cent têtes par exemple, on rencontrera toujours cinquante-cinq à soixante individus porteurs d'une corne nasale parfaitement définie; les quarante-cinq ou cinquante autres n'en auront pas, mais tous invariablement montreront un gonflement de la région nasale, recouvert d'une lame cornée mince et rugueuse. Il devient dès lors manifeste que l'on est en présence d'un caractère héréditairement transmis par suite de générations successives et consécutif d'une race depuis longtemps fixée.

» Indépendamment de ce caractère, l'ensemble du squelette différencie la race sénégambienne des races de Zébus de Madagascar et de l'Inde auxquelles nous l'avons comparée. La tête, osseuse, plus allongée dans son diamètre antéro-postérieur, moins trapue, a la ligne frontale rectiligne, formant un angle droit avec le plan perpendiculaire de l'occipital; la face, au contraire, est remarquable par sa brièveté relative et le développement plus considérable de la portion médiane des maxillaires supérieurs. Les incisifs, courts, onduleux, offrent en outre une particularité que ne possède aucune espèce de l'ordre des Ruminants : c'est la présence, à la partie externe, d'un large trou que l'on pourrait appeler *incisif*, auquel succède une gouttière profonde, très probablement destinés l'un et l'autre à loger une branche anastomotique du trijumeau et de l'artère palatine, disposition en ce cas spéciale,

et que nous ne serions pas éloigné de considérer, avec M. Goubaux, directeur de l'École vétérinaire d'Alfort, comme ayant un lien de connexité avec l'ostéoporose fonctionnelle des os propres du nez. Le développement d'un épial sur les apophyses épineuses des vertèbres dorsales, caractéristique du *Bos concavifrons* (Hodges) et que l'illustre E. Geoffroy Saint-Hilaire a su découvrir dans la série mammalogique, mais plus particulièrement dans le genre Bœuf, se montre exceptionnellement considérable chez le Zébu sénégambien.

» Les limites de ce rapide exposé ne nous permettent pas de développer les considérations auxquelles nous ont conduit ces caractères différentiels; nous ne pouvons non plus discuter les causes que l'on pourrait invoquer en faveur de l'origine probable de cette race remarquable : qu'il nous suffise de dire qu'elle ne constitue point une exception dans l'ordre des Ruminants, car la corne nasale du Zébu sénégambien présente une frappante analogie avec celle d'un genre également africain, la Girafe; appelons également l'attention sur les résultats qu'une sélection artificielle méthodiquement dirigée pourrait amener, et, laissant de côté les hypothèses auxquelles a donné lieu un animal problématique, disons, avec notre savant maître, M. le professeur de Quatrefages, que le genre Bœuf seul, peut-être, donnera un jour la solution d'une énigme que les observateurs n'ont pas encore pu trouver. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur l'action des poisons chez les Céphalopodes.* Note de M. E. Yung, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les phénomènes toxiques que je vais décrire sont identiques chez tous les Dibranchiaux que j'ai examinés. Les différences dans la résistance à un même poison ne sont que faibles d'une espèce à l'autre.

» *Curare.* — Administré sous la peau, il demeure sans action. Sur les branchies, il en faut une dose quinze fois plus forte que la dose capable de tuer un lapin, pour conduire à une paralysie générale, qui, toutefois, ne va pas jusqu'à amener la mort de l'animal. Deux ou trois gouttes suffisent, au contraire, lorsqu'elles sont injectées dans l'artère céphalique, pour paralyser presque instantanément les muscles du manteau, puis ceux des bras. Dans cet état, l'animal paraît mort; les cœurs continuent cependant encore à battre, et le jeu des chromatophores demeure intact.

» *Strychnine.* — L'action de ce poison est extrêmement intense. $\frac{1}{30000}$ dans

l'eau de mer suffit pour produire l'intoxication. Le premier signe de l'empoisonnement consiste dans le relâchement des muscles des chromatophores et la fermeture de ces derniers. L'animal pâlit entièrement. Les mouvements respiratoires deviennent plus puissants, et, à la suite d'une notable augmentation dans leur nombre, ils tombent rapidement à quatre ou cinq par minute (la moyenne normale est de vingt-huit à la minute); puis, le tétanos survient, après un temps qui varie selon la dose du poison. Les bras se roidissent, s'étalent en éventail; le corps tout entier entre en convulsions; les mouvements respiratoires se font par saccades. L'animal vide sa poche du noir, et au bout de quelques minutes il paraît mort, dans un état de grande rigidité musculaire. Si on l'ouvre à ce moment, on trouve que les cœurs veineux battent encore.

» *Nicotine.* — Ce poison est encore plus actif que le précédent. Il en suffit de $\frac{1}{600000}$, et même moins encore, pour provoquer les phénomènes toxiques qui lui sont propres. Contrairement à ce qui a lieu avec la strychnine, la nicotine produit d'abord une contraction des muscles des chromatophores; ceux-ci se dilatent, et l'animal prend une coloration très foncée ([1]). Les mouvements respiratoires s'accélèrent (jusqu'à un par seconde) pendant une minute à peine, puis cessent complètement. Le manteau devient flasque. Les actions volontaires sont abolies, tandis que, si la dose est faible, les réflexes continuent longtemps. Il y a des mouvements convulsifs dans tout le corps, et particulièrement dans les bras, mais non un véritable tétanos. Les cœurs sont arrêtés en systole.

» L'action de l'*atropine* est assez complexe. Je ne puis penser à la décrire ici. Je dirai seulement que les Céphalopodes paraissent rebelles à l'action de ce poison et qu'il en faut une dose considérable pour qu'il manifeste son effet, qui consiste principalement dans l'abaissement lent, mais continu, des mouvements du cœur et de ceux de la respiration.

» La *vératrine*, au contraire, agit à la dose de $\frac{1}{10000}$. Irritation excessive, manifestations de grande douleur, puis diminution irrégulière des mouvements respiratoires. Les actions volontaires sont abolies; l'animal se meut encore, mais sans régularité (à la manière d'un poulpe privé de cerveau). Après dix minutes, les actions mécaniques ne provoquent plus l'acte réflexe; ceux-ci ne se réveillent qu'à la suite d'une forte excitation électrique. Les cœurs sont arrêtés en systole.

([1]) Il suffit d'insuffler, sur un point quelconque de la peau du manteau, de la fumée de tabac, pour amener immédiatement une coloration locale intense.

» La *muscarine* agit sur les chromatophores comme la nicotine, quoiqu'à un moindre degré. En outre, elle se comporte, au plus haut point, comme poison du cœur. Si la dose est faible, les cœurs veineux et artériel subissent toujours une accélération avant d'entrer dans la période de ralentissement; mais, si l'on injecte directement le poison dans le cœur veineux, la paralysie est instantanée. Pour produire le même effet en injectant dans l'aorte céphalique, il faut une plus forte dose. Quant à son action sur les glandes, la fréquence et l'abondance du jet du noir semblent indiquer une augmentation de la sécrétion; mais il est assez difficile de la mettre nettement en évidence.

» De même que pour le curare, l'absorption de l'*upas antiar* est si lente par les branchies, qu'il faut recourir à l'injection dans l'aorte céphalique. Dans ces conditions, une ou deux gouttes suffisent pour jeter l'animal dans de violents mouvements convulsifs. L'action se concentre surtout sur les mouvements cardiaques, qui deviennent très irréguliers; les cœurs veineux éprouvent des soubresauts, un temps d'accélération auquel succède l'arrêt en systole. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'orage à grêle qui a éclaté à Paris le* 30 *juillet* 1880. Note de M. E. **Ferrière**.

« Vendredi, 30 juillet, l'orage a éclaté, faubourg Saint-Honoré, quelques minutes après 5^h du soir. Jusqu'à $5^h 20^m$, la grêle et la pluie sont tombées avec violence; à partir de $5^h 20^m$, les torrents d'eau ne contenaient plus de grêlons.

» 1° A 5^h, mon thermométrographe, exposé au nord, marquait 22°, 5. A $5^h 20^m$, il ne marquait plus que 13°, 5; soit un abaissement de 9° en vingt minutes. A partir de $5^h 20^m$, la température s'est relevée : elle était de 16° quand la crise a pris fin.

» 2° De 5^h à $5^h 20^m$, les girouettes ont pris et gardé la direction nord, en oscillant, par suite des réflexions du vent contre les parois voisines. A $5^h 20^m$, elles ont viré au nord-ouest. Or, la trajectoire de l'orage était du sud-ouest au nord-est.

» Cette corrélation, entre la chute de la grêle, l'abaissement de la température et la direction prise par les girouettes durant cette première phase de la tempête, m'a semblé digne d'être notée, soit au point de vue thermique, soit au point de vue de la théorie gyratoire des ouragans. »

M. H. **Pellet** adresse une Note sur le dosage du sucre cristallisable, en présence du glucose et de la dextrine.

« Le principe de ce procédé est le suivant. L'acide acétique, en quantité

suffisante, peut toujours, après un certain temps, transformer complètement le sucre cristallisable en sucre interverti, sans attaquer la dextrine ni les autres produits pouvant donner du glucose sous l'action des acides minéraux étudiés.... »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 AOUT 1880.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. 1880, juillet. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. VI, 1er fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; in-8°.

Philtres, charmes, poisons. Antiquité, moyen âge, renaissance, temps modernes; par M. E. GILBERT. Paris, impr. Renou, Maulde et Cock, 1880; in-8°. (Renvoi au Concours Barbier, 1881.)

Études nouvelles sur les jus et les pulpes de diffusion, etc.; par H. PELLET. Paris, bureaux du *Journal des fabricants de sucre,* 1880; in-8°.

La Géographie et la Politique. Applications de la Géographie à l'étude de l'Histoire et de la Politique; par M. L. DRAPEYRON. Paris, Ch. Delagrave, 1880; br. in-8°.

Étude sur la colonisation de l'Algérie et en particulier sur le département de Constantine; par E. OTT. Paris, P. Dupont, 1880; in-8°. (Deux exemplaires.)

E. OTT. *De la vigne en Algérie en général et dans le département de Constantine en particulier.* Paris, P. Dupont, 1880; opuscule in-8°. (Deux exemplaires.)

La télescopie électrique basée sur l'emploi du sélénium; par A. DE PAIVA. Porto, typogr. de Ant. José da Silva, 1880; br. in-8°.

Le mercure dans l'eau minérale de Saint-Nectaire. Mémoire par M. le Dr F. GARRIGOU. Paris, impr. F. Malteste, 1880; in-4°.

Ministère de l'Intérieur. Commission de la Carte géologique de la Belgique.

Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Boom; par M. le baron O. VAN ERTBORN, avec la collaboration de M. P. COGELS. Bruxelles, F. Hayez, 1880; in-8°, avec une Carte.

S. Tommaso d'Aquino, Leone XIII e la Scienza. Riflessioni del sac. A. FISICHELLA. Catania, tipogr. G. Pastore, 1880; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AOUT 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Compte rendu sommaire d'une exploration zoologique faite dans le golfe de Gascogne à bord du navire de l'Etat* le Travailleur; par **M. Alph. Milne Edwards.**

« Je puis dès aujourd'hui donner à l'Académie quelques détails sur l'exploration zoologique qui vient d'être faite, à bord du navire de l'État *le Travailleur,* dans le golfe de Gascogne, depuis la fosse du cap Breton jusqu'au cap Pénas, sur la côte septentrionale de l'Espagne. Depuis plusieurs années, l'intérêt des naturalistes a été vivement excité par l'étude de la faune des grandes profondeurs de la mer; mais ces recherches n'avaient pas été encouragées en France. Au contraire, en Scandinavie, en Angleterre et en Amérique, des expéditions importantes étaient organisées. Les mers du Nord devenaient l'objet d'études suivies de la part des zoologistes norvégiens et suédois. Les navires anglais *le Lightning, le Porcupine* et *le Valorous* exploraient une partie des mers de l'Europe; le *Challenger* accomplissait son voyage de circumnavigation; le *Hassler,* de

la marine des États-Unis, contournait l'Amérique, et le *Blake* fouillait la mer des Antilles et la région du Gulf-Stream.

» A ce point de vue, nos côtes occidentales restaient presque inexplorées. Cependant les recherches personnelles, entreprises depuis 1869, mais avec des moyens d'action trop limités, dans la fosse du cap Breton, par un naturaliste dévoué à la Science, M. de Folin, avaient montré que le golfe de Gascogne fournirait une ample récolte aux zoologistes, qui pourraient y faire des dragages profonds. Il y avait là une vaste région presque entièrement inexplorée, car, dans ses croisières de 1870, le *Porc-Epic* s'était tenu fort éloigné des côtes de France, et, dans cette région, il n'avait pas dépassé le 12ᵉ degré de longitude ouest. Cette année, grâce à l'aide que nous ont donnée la marine de l'État et l'Administration supérieure de l'Instruction publique, nous avons eu les moyens de commencer une série de recherches dans le golfe de Gascogne, et je puis dire que les résultats obtenus ont dépassé nos espérances.

» Par un arrêté en date du 23 juin dernier, M. le Ministre de l'Instruction publique a formé à cet effet une Commission spéciale. M. H. Milne Edwards, comme président, a été chargé de l'organisation de l'expédition. Les autres membres qui devaient prendre la mer étaient : M. de Folin; M. L. Vaillant, professeur au Muséum d'Histoire naturelle; M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille; M. P. Fischer, aide-naturaliste au Muséum; M. Périer, professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux; enfin, l'auteur de ce compte rendu. Deux naturalistes anglais, M. Gwyn Jeffreys, de la Société royale de Londres, et M. A. Merle Norman avaient été invités à assister à nos opérations en mer. M. le Ministre de la Marine a bien voulu affecter à cette campagne un aviso de l'État, *le Travailleur*, stationnaire du port de Rochefort, et M. le vice-amiral de Jonquières, préfet maritime, a mis, avec la plus grande libéralité, toutes les ressources que présentait l'arsenal à la disposition de la Commission et du commandant du bâtiment, M. E. Richard, lieutenant de vaisseau. Le *Travailleur* est un navire à roues, pourvu d'une machine de 150 chevaux, très stable à la mer et jaugeant près de 1000 tonneaux. La Commission ne saurait trop remercier M. Richard du zèle qu'il a montré pour nous aider dans nos recherches, et nous nous empressons de déclarer que le succès de nos opérations a été dû en grande partie à l'excellente organisation que nous avons trouvée à bord du *Travailleur* et à l'ardeur scientifique qui animait tous les officiers, MM. Mahieux, Jacquet, Villegente et Bourget.

» Des dragues de différentes grandeurs et de différents modèles avaient été construites en vue de la nature des fonds que l'on pourrait rencontrer. 12000^m de cordage de chanvre étaient destinés à remonter les dragues; 25000^m de lignes de sonde avaient aussi été préparés. Les appareils de sondage, construits dans l'arsenal, sur un modèle un peu différent de celui dont avait fait usage le vaisseau anglais *l'Hydre*, étaient disposés de manière à rapporter des échantillons du fond qu'ils avaient touché et à se débarrasser en même temps du poids qui les avait entraînés. Il est très important de pouvoir faire un sondage avec rapidité et précision, car cette opération doit toujours précéder celle du dragage, et elle doit aussi être répétée pendant que la drague est immergée, car on ne pourrait, sans cela, se rendre compte des différences de niveau qui peuvent se présenter, même sur un espace restreint. Ces sondages ont été beaucoup aidés par l'emploi d'un appareil construit spécialement à cet effet dans le port de Rochefort et d'après les procédés indiqués par sir William Thomson. Il consiste en un tambour sur lequel sont enroulés plusieurs milliers de mètres d'un fil d'acier de faible diamètre, mais très solide et employé d'ordinaire comme corde de piano. Ce fil, ne présentant que peu de résistance à l'eau, se déroule verticalement et avec rapidité quand il est suffisamment chargé; il n'est pas entraîné par les courants : aussi donne-t-il avec une précision extrême les indications bathymétriques. Un frein réglait la vitesse de rotation du tambour et un compteur enregistrait chacun de ses tours, permettant à tout instant de connaître la longueur du fil immergé. En quelques minutes la sonde atteignait ainsi des fonds de près de 3000^m. Cet appareil nous a rendu les plus grands services, et il a facilité un travail qui, sans lui, aurait présenté des difficultés sérieuses. Une machine auxiliaire de la force de 16 chevaux, et faisant mouvoir plusieurs tambours, avait été installée sur le pont pour relever les dragues et les lignes de sonde. Je n'insisterai d'ailleurs pas davantage sur la disposition de ces appareils, car M. le commandant Richard, qui en a combiné l'arrangement, les fera probablement connaître plus en détail.

» Les grands fonds du golfe de Gascogne sont couverts d'une épaisse couche d'un limon vaseux et d'un gris verdâtre, rappelant, quand il est desséché, les assises jurassiques des Vaches-Noires. Ce limon, très plastique, remplissait rapidement nos dragues sans s'y tamiser, et, si nous nous étions bornés à l'usage de ces engins, nos récoltes auraient été peu fructueuses; mais nous avons eu soin d'employer aussi de grandes vergues, alourdies par des poids et auxquelles on suspendait des houppes de chanvre,

des fauberts, des filets et même des paquets de brindilles. Ces différents objets balayaient le fond, les animaux y restaient accrochés, et souvent nous avons ainsi ramené des espèces d'assez grande taille et d'une grande fragilité. Les grands filets connus des pêcheurs sous le nom de *chaluts* nous ont été fort utiles et sans leur emploi nous n'aurions pu nous procurer plusieurs espèces remarquables. Un soir le chalut avait été traîné à une profondeur de près de 600ᵐ et on le retirait vers minuit : il avait ramené de grands Gorgoniens du genre Isis, appartenant probablement à une espèce nouvelle. Ces Isis nous ont offert un spectacle merveilleux : toute la partie du sarcosome située entre les zooïdes émettait une lumière phosphorescente verte d'une telle intensité, que, lorsque l'on agitait ces animaux, ils semblaient produire une pluie de feu; au milieu d'une nuit des plus obscures, il nous a été possible de lire ainsi des caractères très fins.

» Pendant toute notre campagne le temps a été assez beau pour nous permettre d'utiliser tous nos instants, et, dans le cours de la seconde quinzaine de juillet, nous avons dragué à vingt-quatre reprises différentes; souvent nous descendions deux dragues à la fois, l'une à l'arrière et l'autre par le côté du navire. La plus grande profondeur atteinte a été de plus de 2700ᵐ et la moindre a dépassé 300ᵐ. Nous avons pu réunir ainsi une collection très importante, comprenant non seulement la plupart des espèces décrites par les naturalistes anglais et scandinaves, et que nos musées ne possédaient pas, mais aussi beaucoup d'animaux qui n'étaient pas connus.

» Pour l'utilisation de ces richesses, les différents membres de la Commission se sont partagé le travail : M. L. Vaillant s'est chargé de l'étude des Poissons, des Némertiens et des Spongiaires; M. P. Fischer, de celle des Mollusques; M. Marion a porté spécialement son attention sur les Annélides, les Échinodermes et les autres Zoophytes; M. de Folin doit examiner les Foraminifères ; je me suis chargé des recherches relatives aux Crustacés; M. Périer a fait les observations thermométriques, et il doit analyser les échantillons des fonds qui ont été rapportés soit par les sondes, soit par les dragues. Chacun va maintenant étudier en détail les animaux qui lui ont été confiés, et, quand le travail sera terminé, je m'empresserai d'en faire connaître les résultats à l'Académie. Les détails préliminaires, que j'exposerai dans une prochaine Note, sont donc l'œuvre de chacun des naturalistes dont je viens de citer les noms. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences tendant à démontrer que les poules vaccinées pour le choléra sont réfractaires au charbon.* Lettre de M. **Pasteur** à M. Dumas.

« Arbois, ce 6 août 1880.

» Vous connaissez l'explication que j'ai proposée de la non-récidive de la maladie du choléra des poules. J'ai envisagé l'organisme comme un milieu de culture qui, par une première atteinte du mal, perdrait, sous l'influence de la culture du parasite, des principes que la vie n'y ramènerait pas ou n'y ramènerait qu'après un certain temps. Bonne ou mauvaise, cette explication satisfait l'esprit présentement, parce qu'elle rend compte des premiers faits acquis. Tant qu'on lui trouvera cette vertu, il sera sage de chercher des vérifications expérimentales aux déductions qu'elle suggère.

» Dans ma première Note du mois de février dernier, je disais que cette explication devait paraître d'autant plus admissible que, si, après quelques jours d'ensemencement du microbe du choléra dans un de ses milieux de culture, on vient à filtrer ce milieu et qu'on le réensemence par ce même microbe, la nouvelle semence se montre absolument stérile, quoique, ajoutais-je, cette stérilité ne soit pas propre à tous les organismes microscopiques, notamment à la bactéridie charbonneuse. Ce dernier fait me portait à conclure qu'on devrait pouvoir donner le charbon à des poules vaccinées pour le choléra des poules.

» De nombreuses expériences m'ont démontré que ces cultures de la bactéridie dans un milieu épuisé par le microbe du choléra, quoique réelles, sont retardées, peu abondantes, fort pénibles.

» Contrairement aux prévisions que je viens de rappeler, il se pourrait donc que les poules vaccinées pour le choléra fussent réfractaires au charbon. *Ce serait l'immunité charbonneuse créée sur un animal au moyen d'une maladie parasitaire de tout autre nature.* Tel est précisément le résultat inattendu que j'ai obtenu dans quelques expériences, encore trop peu nombreuses pour que je puisse donner le fait comme établi sûrement, mais assez intéressantes pour mériter d'être communiquées à l'Académie.

» Si ce résultat se confirme, et principalement s'il se généralise pour d'autres maladies virulentes, on pourra en espérer les conséquences thérapeutiques les plus importantes, en ce qui concerne même la pathologie des maladies virulentes propres à l'espèce humaine. »

MÉMOIRES LUS.

M. L. Pagel donne lecture d'une Note portant pour titre « Ouvrages sur l'Astronomie nautique ».

(Commissaires : MM. Faye, Villarceau, Mouchez.)

M. Ch. Pigeon donne lecture d'une Note portant pour titre « Rôle de l'électricité dans l'organisme animal ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Lebel, M. J. Bossert, M. Delmas-Combette, M. de la Nux adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Résultats des observations de taches et facules solaires, pendant les deux premiers trimestres de* 1880; par le P. Tacchini.

« Le temps a été assez avorable : le nombre de jours d'observations s'élève à cent trente-six, savoir soixante-dix dans les mois de janvier, février, mars, et soixante-six en avril, mai et juin.

» L'accroissement progressif de l'activité solaire est très bien indiqué par les nombres suivants :

1880.	Janvier.	Février	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
Fréquence relative des taches....	9,13	7,38	5,46	10,32	9,66	14,57
Fréquence des jours sans taches.	0,17	0,19	0,15	0,11	0,08	0,04
Grandeur relative des taches....	18,95	26,90	12,04	17,77	35,39	53,93
Grandeur relative des facules....	29,56	26,66	69,65	31,05	48,12	37,17

» La fréquence de jours sans taches a presque toujours diminué; c'est l'indice que nous approchons rapidement de l'époque du *maximum*. Le nombre des taches présente un *minimum* relatif dans le mois de mars.

» Les jours sans taches, pendant le semestre, se trouvent réunis en cinq groupes, séparés par un intervalle moyen de vingt-neuf jours, c'est-à-dire qu'il y a eu un hémisphère solaire ou les taches se formaient avec difficulté, et précisément l'hémisphère visible à la fin de décembre 1879, qui se montre même alors dépourvu de taches pendant plusieurs jours. Cette différence d'activité dans les deux hémisphères a disparu dans le mois de juin, quoique un maximum des taches se soit produit peu après la moitié du mois. Je dois même faire remarquer le nombre extraordinaire des facules dans le mois de mars, tandis que celui des taches était un peu faible. Dans une prochaine Note, je rendrai compte des observations des protubérances et des éruptions solaires ([1]). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires du second ordre*. Note de M. **Brioschi**.

« La classe d'équations différentielles du second ordre que je vais considérer dans cette Communication comprend, entre autres, l'équation de Lamé, celles de M. Hermite et de M. Gyldén, enfin celles que j'ai étudiées dans deux articles publiés dans les *Annali di Matematica* ([2]).

» Soient y_1, y_2 deux intégrales particulières de l'équation différentielle

$$y'' + py' + qy = 0;$$

en posant $y_1 y_2 = z$, on a

$$y_1 = \sqrt{z} e^{\frac{1}{2} C Z(x)}, \quad y_2 = \sqrt{z} e^{-\frac{1}{2} C Z(x)},$$

C étant une constante, et $Z(x) = \int \frac{e^{-\int p\, dx}}{z} dx$.

» Soit $\varphi(x) = 4x^3 - g_2 x - g_3$ et e une racine quelconque de l'équation $\varphi(x) = 0$. Supposons

$$p = \frac{1}{2}\left(\frac{\varphi'}{\varphi} + \frac{\rho}{x-e}\right), \quad q = \frac{\alpha x + \beta}{\varphi},$$

([1]) Au sujet des spectres fugitifs dont j'ai parlé dans ma Note précédente, j'ajouterai que, les hirondelles (*rondoni*) ayant quitté définitivement la ville le 15 juillet, le phénomène a immédiatement disparu : aujourd'hui, on ne voit de spectres fugitifs que très rarement, au moment du passage d'un oiseau.

([2]) Hermite, *Journal de Borchardt*, Bd. 98, p. 18; Gyldén, *Comptes rendus*, février 1880; *Annali di Matematica*, t. IX, X.

équations dans lesquelles ρ, α, β sont trois indéterminées; et indiquons par $F(x)$ un polynôme du degré n :

$$F(x) = x^n + ax^{n-1} + bx^{n-2} + \ldots + k.$$

» On a trois cas à considérer :

» 1° Les valeurs de α, β, z, $Z(x)$ sont

$$\alpha = -n(n+\rho+1), \qquad \beta = (2n+\rho-1)a - \rho ne,$$
$$z = F(x), \qquad Z(x) = \int \frac{dx}{(x-e)^{\frac{\rho}{2}} F(x)\sqrt{\varphi(x)}}.$$

Les coefficients a, b, ... de $F(x)$ sont tous déterminés en fonction de n, ρ et des racines de l'équation $\varphi(x) = 0$, sauf dans le cas où $\rho = 0$, car dans ce cas l'un de ces coefficients, par exemple a, reste indéterminé. C'est le cas de l'équation de Lamé pour laquelle on a, comme il est connu,

$$\alpha = -n(n+1), \qquad \beta = (2n-1)a,$$
$$z = F(x), \qquad Z(x) = \int \frac{dx}{F(x)\sqrt{\varphi(x)}}.$$

» On voit tout de suite que, en supposant ρ nombre entier, positif ou négatif, pour ρ impair les intégrales y_1, y_2 sont algébriques, pour ρ pair elles sont elliptiques.

» 2° On a

$$\alpha = -\tfrac{1}{4}(2n-\rho+1)(2n+\rho+3), \qquad \beta = 2na - \tfrac{1}{2}(2n-\rho^2+\rho)e,$$
$$z = (x-e)^{\frac{1-\rho}{2}} F(x), \qquad Z(x) = \int \frac{dx}{(x-e)^{\frac{1}{2}} F(x)\sqrt{\varphi(x)}},$$

Les coefficients a, b, ... sont tous déterminés et les intégrales y_1, y_2 sont algébriques pour une valeur quelconque de ρ.

» 3° Dans le troisième cas,

$$\alpha = -(n-\rho+1)(n+2), \qquad \beta = (2n-\rho+1)a - (2n-\rho n-\rho+1)e,$$
$$z = (x-e)^{1-\rho} F(x), \qquad Z(x) = \int \frac{dx}{(x-e)^{1-\frac{\rho}{2}} F(x)\sqrt{\varphi(x)}}.$$

Les coefficients a, b, ... sont tous déterminés, sauf que pour $\rho = 2$ l'un

d'eux, par exemple a, reste indéterminé. Ainsi, si $\rho = 2$, et par conséquent

$$\alpha = -(n-1)(n+2), \qquad \beta = (2n-1)a + e,$$

$$z = \frac{F(x)}{x-e}, \qquad f(x) = \int \frac{dx}{F(x)\sqrt{\varphi(x)}},$$

les intégrales y_1, y_2 sont elliptiques et le coefficient β est indéterminé, comme dans l'équation de Lamé.

» Dans ce troisième cas aussi, pour ρ impair, les intégrales sont algébriques; pour ρ pair, elliptiques.

» Quant à la valeur de la constante C, si l'on indique par ω une racine de l'équation $F(x) = 0$, on trouve, pour les trois cas,

1° $$C = \pm(\omega - e)^{\frac{\rho}{2}} F'(\omega)\sqrt{\varphi(\omega)},$$

2° $$C = \pm(\omega - e)^{\frac{1}{2}} F'(\omega)\sqrt{\varphi(\omega)},$$

3° $$C = \pm(\omega - e)^{1-\frac{\rho}{2}} F'(\omega)\sqrt{\varphi(\omega)}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Expériences sur la décharge dans les gaz raréfiés.* Note de M. **A. Righi**.

« **1.** Si, pendant que l'on produit, avec la bobine de Ruhmkorff, l'illumination d'un tube de Crookes (par exemple de l'un de ceux dont l'électrode négative est cylindrique ou sphérique), on approche du verre un conducteur communiquant avec l'électrode négative, et qu'en même temps, avec un aimant, on oblige la décharge à s'infléchir vers le même côté du tube, on voit une tache obscure se produire au milieu de la fluorescence verte, là où le verre est chargé négativement. Il semble donc que le verre devient lumineux au point où il agit comme électrode positive; cela résulte également des deux expériences suivantes.

» **2.** On isole, au moyen de longs fils de soie, un de ces tubes, et l'on approche de la paroi une boule communiquant avec le conducteur positif d'une machine de Holtz. Les électrodes du tube répandent dans l'air de l'électricité positive, et de la négative est répandue par une pointe appliquée au conducteur. La fluorescence verte apparaît sur la paroi électrisée du tube, laquelle fonctionne comme électrode positive dans la décharge intérieure.

» 3. J'ai approché la même boule, ou une pointe métallique, de la paroi d'un petit tube de Geissler cylindrique, contenant du sulfure de calcium ou de strontium phosphorescent. La poudre devient fortement lumineuse vis-à-vis de la boule si celle-ci est négative, et très faiblement si elle est positive. Si, la boule étant négative, elle est placée près de l'extrémité du tube, de manière qu'entre la boule et la poudre se trouve une des électrodes, on voit nettement *se projeter sur la poudre l'ombre de l'électrode*. On obtient donc, dans un tube de Geissler ordinaire, un des phénomènes saisissants qui ont été décrits par M. Crookes.

» 4. La lumière pâle, azurée ou violette, qu'on voit remplir les tubes de Crookes, est vivement influencée par la main ou par des conducteurs qu'on approche du tube. J'ai fait communiquer les électrodes du tube avec les conducteurs de la machine de Holtz (sans condensateurs), en ménageant une interruption où éclatent des étincelles, et j'en ai approché tour à tour des boules isolées, communiquant avec les deux électrodes. J'ai trouvé toujours que la lumière due à la décharge est attirée par la boule positive et repoussée par la boule négative, c'est-à-dire que *la décharge agit comme un corps électrisé négativement*. J'ai observé ce phénomène, quoique avec moins d'évidence, dans des tubes de Geissler, et particulièrement dans de petits tubes contenant de l'azote ou de l'acide carbonique. D'ordinaire, la main repousse la décharge, peut-être parce qu'elle se charge sous l'influence du tube (n° 5).

» 5. M. Crookes a montré que tout conducteur isolé, introduit dans un de ses tubes, se charge positivement. L'expérience suivante peut expliquer ce phénomène.

» Si, pendant que l'on fait passer le courant d'une machine de Holtz dans un long tube de Crookes, on en approche à angle droit, par une de ses électrodes, un petit tube de Geissler dont l'autre électrode est tenue à la main, on voit dans ce dernier tube une décharge, dirigée du long tube à la main. Si l'on réduit à zéro le potentiel du conducteur positif, le petit tube devient obscur; si, au contraire, on touche le conducteur négatif, le petit tube est traversé par la décharge. Il semble donc que le long tube presque tout entier a un potentiel peu différent de celui de l'électrode positive, et que, près de l'électrode négative, il se produit une chute très grande de potentiel. Il est donc probable que, pendant la décharge, l'électrode négative s'échauffe beaucoup plus que l'électrode positive.

» 6. Cela est démontré, selon moi, par l'expérience suivante. On envoie la décharge induite d'une bobine dans le *radiomètre électrique*, en le tenant

couché de manière que le moulinet ne puisse pas tourner. On interrompt alors la décharge, et l'on redresse l'appareil jusqu'à sa position normale, en ayant soin de ne pas faire tourner, par des secousses, le moulinet dans le sens ordinaire, ou même en lui imprimant une rotation négative. Bientôt on voit le moulinet se mettre à tourner presque avec la même vitesse, et dans le même sens que si l'appareil était encore traversé par la décharge. La cause qui fait tourner le moulinet est donc vraisemblablement la chaleur développée lorsque les ailettes fonctionnaient comme électrode négative.

» D'après cela, la cause des actions mécaniques propres à l'électrode négative serait la même que dans le radiomètre. La force électrique de l'électrode négative, sur les molécules qui s'en éloignent chargées négativement, doit tendre à les diriger normalement à la surface de l'électrode même. Lorsque ces molécules choquent le verre, elles s'y déchargent, et le verre devient lumineux (n° 1). On voit souvent, en effet, des décharges allant de l'électrode positive aux portions fluorescentes du verre. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés des flammes.* Note de M. NEYRENEUF.

« Une flamme produit sur le jet qui l'alimente deux effets contraires, qui, en général, ne se compensent pas. Elle détermine un appel du gaz, par le courant des produits dilatés qui la surmontent, et un refoulement, par l'expansion même due à la combustion. On peut, à volonté, rendre prédominant l'un ou l'autre de ces effets, en modifiant la grandeur de l'orifice de sortie. Le refoulement est prédominant pour toute flamme à contour nettement conique; pour les flammes cylindriques, c'est l'appel qui l'emporte.

» Ces résultats se vérifient facilement par l'emploi du flacon à flammes conjuguées, dont j'ai déjà indiqué l'usage pour la vérification du principe de Bernoulli. Si l'on produit d'abord une seule flamme, le gaz sortant librement par l'autre tubulure, on la voit s'allonger quelquefois de la moitié de sa longueur primitive, quand on a allumé la seconde flamme. C'est l'inverse qui se produit quand les orifices ont de $0^m,004$ à $0^m,005$ de diamètre.

» Si, dans le cas du refoulement, on entoure l'une des flammes d'un tube, de manière à réaliser l'expérience de l'harmonica, un nouvel allongement se produit pour la flamme non sonore, d'autant plus marqué que les

vibrations ont plus d'amplitude. Le mouvement vibratoire a certainement pour effet de diminuer l'appel propre du tube, mais l'état de vibration agit aussi sur l'énergie de la combustion, et, par suite, sur sa puissance de refoulement. Nous verrons plus loin des effets de cette modification d'énergie, que l'on peut vérifier directement par l'expérience suivante. Un mélange formé de 1 d'oxyde de carbone et de 1 d'oxygène brûle sans bruit et avec une grande lenteur dans une éprouvette à gaz ordinaire; la combustion est, au contraire, très rapide, si on la produit dans un tube de plus petit diamètre, mais tel que l'inflammation à l'ouverture produise des vibrations sonores.

» Ainsi, le gaz alimentant une flamme se trouve animé, le plus généralement, de deux mouvements inverses, dus, l'un à la vitesse propre d'écoulement, l'autre au refoulement par la combustion. En diminuant la vitesse d'écoulement sans modifier la combustion, on pourra régulariser ces mouvements, de manière à les transformer en vibrations de la nature de celles qui produisent le son. L'effet se manifeste de lui-même vers la partie supérieure des flammes un peu grandes, qui présentent vers les bords des stries bien caractérisées, ou pour une pression moindre, mais avec un débit plus considérable, des sillons hélicoïdaux accompagnés d'un bruissement intense. Si l'on rend, dans le premier cas, la combustion plus égale suivant toute la longueur, en couchant la flamme, il n'est pas rare d'obtenir un son grave très sensible.

» On obtient de meilleurs effets de sonorité en faisant choquer la flamme contre une tige arrondie, ou, mieux encore, en faisant choquer deux flammes. Si l'on fait choquer deux flammes un peu grandes, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter la pression ordinaire du gaz d'éclairage, on peut produire des sons assez forts, aigus quand le choc a lieu vers la base des flammes, graves quand il a lieu vers la partie moyenne.

» Si l'on produit une flamme à l'extrémité d'un tube de laiton à bords grossièrement dressés, ou, plus sûrement, si l'on introduit dans l'intérieur du tube un fil de fer tordu, de manière à avoir des aspérités, elle fait entendre un son aigu faible, qui n'est que le renforcement du son rendu par l'écoulement même du gaz. On le rend plus fort par l'introduction d'une tige arrondie dans l'intérieur de la flamme, à $0^m,01$ ou $0^m,02$ de l'ouverture. Si l'on couche une pareille flamme, elle vibre dans son ensemble avec beaucoup d'énergie, se partageant en zones imbriquées dans le sens de sa longueur. Ce mode de production de flammes sonores ne diffère pas essentiellement du précédent et rentre dans le cas du choc de veines gazeuses.

» Si le choc a lieu entre deux flammes données, l'une par un tube à bords réguliers, l'autre par un tube à fil de fer, il est très facile d'obtenir soit des sons aigus, soit des sons graves, ces derniers prenant un éclat remarquable. Si l'on dérange légèrement les tubes, de manière que le son soit confus, la flamme devient douée d'un pouvoir renforçant spécial, au point de répéter un air que l'on siffle à quelque distance d'elle. Des modifications bien moins marquées que celles relatives aux flammes dites *sensibles* accompagnent ce singulier phénomène. Le son rendu se prolonge pour certaines notes; quelquefois, un unisson satisfaisant est troublé par la sensation d'une note à l'octave grave, ce qui donne une allure toute spéciale à ce chant de la flamme. J'ai retrouvé le même effet de résonnance, limitée seulement à trois ou quatre notes consécutives, dans des flammes sensibles données par certains de mes tubes à bords irréguliers.

» Nous retrouvons, dans ces études sur la flamme, en dehors du rôle propre à la combustion, les circonstances signalées par Savart dans la constitution des veines et des nappes liquides. Il reste, pour pouvoir conclure, à déterminer les modifications que produisent sur nos veines complexes les vibrations sonores, en les observant au moyen du miroir tournant. C'est un travail que je me propose de poursuivre. »

PHYSIQUE. — *Indices de réfraction des dissolutions aqueuses d'acide acétique et d'hyposulfite de soude.* Note de M. DAMIEN.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les premiers résultats des recherches que j'ai entreprises sur les indices de réfraction des mélanges et des dissolutions salines. Je me propose :

» 1° De chercher si l'excès de l'indice sur l'unité est proportionnel à la densité, et cela avec des liquides amenés même à l'état de surfusion ;

» 2° D'étudier le mélange des corps ;

» 3° D'étudier aussi les solutions salines à l'état ordinaire et à l'état de sursaturation.

» La méthode suivie est la méthode du prisme. Pour chaque solution, on obtenait, à 0,0001 près, le titre, la densité et les indices des trois raies de l'hydrogène. On calculait ensuite les coefficients de la formule de Cauchy

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \dots$$

» I. L'acide acétique anhydre dont je me suis servi a été obtenu par des cristallisations successives; son point de solidification est 16°,7. De 20° à 8°, les indices varient régulièrement d'environ 0,0004 par degré. La représentation graphique des résultats montre que les variations du coefficient A et celles de la densité d sont tout à fait analogues. J'ai dès lors été conduit à représenter le *pouvoir réfringent* d'un corps par $\frac{A-1}{d}$. De nombreuses expériences me permettent d'énoncer, avec MM. Landolt et Wüllner, la loi empirique suivante :

» *Pour un même corps, l'expression* $\frac{A-1}{d}$ *est constante, indépendante de la température et de la réfrangibilité de la lumière.*

» La loi des mélanges de Biot doit donc aussi être modifiée et s'énoncer comme il suit :

» *En mélangeant des poids* p, p', ... *de corps, on aura un poids* P *d'un mélange tel que*

$$P\frac{A-1}{D} = p\frac{a-1}{d} + p'\frac{a'-1}{d'} + \cdots.$$

» II. J'ai étudié quinze solutions d'acide acétique anhydre dans l'eau. Voici quelques résultats obtenus à 20° :

Nos	Titre.	Densité.	H_d.	H_p.	H_j.	A.
1.....	1	1,0507	1,3702	1,3768	1,3806	1,36217
2.....	0,8696	1,0673	1,3762	1,3830	1,3869	1,36790
3.....	0,8163	1,0683	1,3756	1,3825	1,3864	1,36728
4.....	0,7692	1,0710	1,3747	1,3816	1,3855	1,36635
5.....	0,7273	1,0680	1,3727	1,3797	1,3835	1,36248
6.....	0,6250	2,0640	1,3683	1,3572	1,3791	1,35995
7....	0	0,99827	1,3311	1,3370	1,3403	1,32387

» On peut déduire de ce Tableau les conséquences suivantes :

» 1° Le maximum de densité ne coïncide pas avec le maximum des indices; le premier semble correspondre à l'hydrate $C^4H^4O^4 + 2HO$ et le second à $C^4H^4O^4 + HO$.

» 2° Appliquons la loi des mélanges et comparons, avec les valeurs de $\frac{A-1}{D}$ déduites des expériences, celles que fournit le calcul. Pour les solutions précédentes, les différences sont considérables et atteignent 0,0099. Pour les solutions étendues, les différences sont très faibles, toujours inférieures à 0,0005. L'analyse optique semble donc indiquer l'existence d'hydrates définis dans les solutions concentrées. M. Grimaux est arrivé à

une conclusion analogue en étudiant le point de solidification de ces mêmes solutions.

» III. Les solutions d'hyposulfite de soude conduisent à des résultats analogues aux précédents.

» 1° Une solution dont le titre est 0,9551, la densité 1,6321 et le point de solidification 46°, a été étudiée de 56° à 19°. Ici encore on peut regarder comme constante l'expression $\frac{A-1}{d}$.

» 2° J'ai préparé dix solutions d'hyposulfite de soude dans l'eau. La loi des mélanges, modifiée comme je l'ai dit plus haut, est complètement vérifiée. Ces solutions peuvent être considérées comme des mélanges avec l'eau de l'hydrate $NaO, S^2O^2 + 5HO$.

» 3° Pour des solutions très concentrées, la question est beaucoup plus complexe. Ces solutions peuvent, en outre, donner par refroidissement des cristaux moins hydratés $NaOS^2O^2 + 2HO$, signalés pour la première fois par M. Gernez. J'ai pu mesurer les indices des solutions de ces cristaux, mais les résultats sont moins nets. J'espère néanmoins parvenir à élucider cette question si délicate de la nature des hydrates dans les solutions. »

PHYSIQUE. — *Sur un perfectionnement apporté à la pile de Bunsen par M.* Azapis. Note de M. Ducretet.

« Ce perfectionnement consiste essentiellement dans le remplacement de l'eau acidulée où baigne le zinc, par une solution d'environ 15 pour 100 de cyanure de potassium, de potasse caustique, de sel marin, ou de sel ammoniac ordinaire. Quant au liquide du vase poreux qui reçoit la lame de charbon, il est le même que dans la pile Bunsen : c'est de l'acide azotique ordinaire.

» L'intensité du courant n'est pas inférieure à celle de la pile Bunsen ; *les zincs n'ont pas besoin d'être amalgamés,* l'usure du zinc est moins considérable, la constance du courant est remarquable. Elle est d'une durée plus grande.

» Depuis quatre jours, nous avons une pile de 25 éléments : elle est *restée montée sans interruption ;* tous les soirs elle est utilisée pour faire de la lumière électrique. Le sel employé est le sel ammoniac ordinaire. Cette pile donne très peu d'odeur. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de l'ytterbium et de l'erbium.* Note de M. Rob. Thalén, présentée par M. Cornu.

« En 1873 j'ai examiné le spectre des raies brillantes appartenant au corps nommé alors *erbium* (¹). Le chlorure employé fut préparé par M. Höglund pour la détermination du poids moléculaire du corps en question. En 1878, M. Marignac a fait, comme on le sait, cette découverte importante, que la terre nommée jusqu'ici *erbine* est en réalité un mélange de deux terres distinctes : l'une, blanche, à laquelle il a donné le nom d'*ytterbine;* l'autre, d'un rose pur, présentant des bandes d'absorption bien marquées, l'*erbine*. On conçoit donc qu'une nouvelle recherche spectrale relative à ces deux corps était urgente, et, en ce qui concerne l'ytterbium, l'examen spectral en a été réellement entrepris, en 1879, par M. Lecoq de Boisbaudran (²).

» En soumettant à l'action de l'étincelle d'induction le chlorure aqueux d'ytterbium obtenu par M. Marignac, il a trouvé que le spectre de l'ytterbium consiste principalement en bandes, groupées entre les raies solaires D et F et ombrées presque toutes du rouge au violet. Or, conformément aux vues généralement admises, les spectres des corps simples ne consistent pas en bandes dégradées, mais en raies parfaitement distinctes. On sera donc porté à croire que l'étincelle d'induction de M. Lecoq de Boisbaudran n'a pas été suffisamment puissante, et par suite que le spectre observé par lui doit être attribué soit au chlorure ou à l'oxyde du corps, mais non au métal lui-même.

» Quoi qu'il en soit, je crois qu'il n'est pas sans intérêt d'indiquer ici les résultats auxquels je suis arrivé en soumettant à l'expérience spectroscopique le chlorure de l'ytterbium obtenu par M. Nilson.

» Par cet examen j'ai trouvé non seulement que le spectre de l'ytterbium est en réalité un spectre des raies, mais aussi que ces raies sont, à peu d'exceptions près, identiquement les mêmes que celles attribuées autrefois à l'erbium de M. Höglund. Ainsi on peut vraiment dire que le spectre de

---

(¹) *K. Vetenskaps Akademiens Handlingar*, Bd. 12, nº 4 (Stockholm, 1873), et en extrait dans le *Journal de Physique*, t. IV, p. 33 (Paris, 1875).

(²) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 1342.

l'ytterbium a été observé et comparé avec le spectre solaire, au moins cinq ans avant que les chimistes aient réussi à séparer ce corps du mélange où il se trouvait combiné. Pour faire connaître les positions des raies en question, il suffirait donc de renvoyer à la Planche qu'on trouve dans le *Journal de Physique* (*loc. cit.*). Néanmoins, je donnerai ci-dessous les longueurs d'onde des raies principales, qui sont dues, suivant moi, à l'ytterbium.

» Le spectre de l'ytterbium étant ainsi connu, il restait à savoir quel était le spectre d'émission de l'erbium vrai. Au moyen du chlorure d'erbium, préparé par M. Clève, j'ai déterminé les raies principales de ce métal; mais ces raies sont en général, il faut le dire, un peu faibles. Parmi les raies observées dues à l'erbium, il n'y en a que trois qu'on retrouve dans le spectre de l'erbium de M. Höglund cité ci-dessus; toutes les autres raies sont complètement nouvelles. Ajoutons que le produit chimique employé n'était pas tout à fait pur, mais mélangé d'un peu d'ytterbium, comme l'a prouvé la présence de la raie 6221 dans le spectre du corps à étudier.

» En résumé, on voit que l'un des deux corps mélangés dans le produit chimique appelé *erbium* par M. Höglund, savoir l'ytterbium, a revendiqué presque toutes les raies brillantes observées par moi déjà en 1873, tandis que l'autre, l'erbium vrai, n'en a conservé pour sa part qu'un nombre minime. En compensation, ce dernier corps possède, outre les raies brillantes tout à fait nouvelles que je viens d'indiquer, non seulement les bandes d'absorption bien connues, mais aussi le spectre des bandes lumineuses qu'on observe quand on calcine son oxyde dans la flamme d'un chalumeau à gaz. En effet, en répétant l'expérience de Bahr ([1]) sur le spectre d'émission, j'ai trouvé que la propriété d'émettre ce dernier spectre appartient exclusivement à l'erbine et pas du tout à l'ytterbine, ce qu'on aurait pu prévoir immédiatement en se rappelant le fait observé déjà en 1866 par M. Bunsen, à savoir que les bandes noires d'absorption coïncident exactement avec les bandes lumineuses mentionnées ([2]).

» Les longueurs d'onde des raies principales du spectre d'émission dû à l'erbium se trouvent réunies dans le Tableau ci-après. Il faut cependant remarquer que les nombres donnés ne sont qu'approximatifs. En effet, à cause de la faible intensité des raies de l'erbium, je n'ai pu employer ici que trois prismes en flint, chacun de 60°.

([1]) *Annalen der Chemie und Pharmacie* von F. Wöhler, etc., Bd. 137, p. 1; 1866.
([2]) *Ibid.*

Longueur d'onde.	Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.
			1° *Ytterbium.*				
6463,0....	5	5944,0....	4	5476,0....	1	5279,0....	4
6274,0....	5	5836,0....	3	5447,5....	4	5257,0....	4
6221,0....	1	5818,0....	3	5431,5....	4	4993,5...	4
6159,5....	4	5770,0....	4	5352,0....	1	4935,0...	3
6151,5....	4	5718,5....	4	5346,5....	2	4785,5...	2
6004,0....	3	5651,0....	4	5345,0....	2	4725,0...	2
5990,0....	4	5587,5....	4	5334,0....	1	4575,5...	4
5983,5....	3	5555,5....	1	5300,0....	4	4518,0...	4
			2° *Erbium.*				
6076,0....	4	5485,0....	4	4951,0....	2	4674,0...	2
5881,0 (1).	4	5343,5....	3	4899,0....	2	4605,5...	2
5871,0 (1).	4	5256,0 (1).	2	4871,5....	3	4500,5...	3
5826,0....	2	5217,0....	3	4830,0....	4	4419,0...	4
5762,0....	3	5188,0....	3	4819,0....	3	4252,5...	4
5756,0....	4	5164,0....	4	4794,5....	4		

» *Remarque.* — Presque toutes les raies des intensités 5 et 6, au nombre d'une trentaine pour chacun des corps, ont été supprimées dans les Tableaux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le thulium.* Note de M. **P.-T. Clève**, présentée par M. Wurtz.

« Comme je l'ai annoncé, il y a un an, l'ancienne erbine contient trois terres à spectre d'absorption, dont j'ai appelé les radicaux *thulium*, *erbium* et *holmium*, ce dernier étant exactement le même corps que M. Soret avait désigné par X, mais non pas le même que M. Delafontaine a appelé *philippium*. La thuline, qui se trouve dans les fractions entre l'ytterbine et la vraie erbine, est très difficile à isoler, surtout parce que la teneur en cette terre que les terres brutes contiennent est assez faible. Néanmoins j'ai pu l'extraire dans un état de pureté suffisant pour mettre son existence hors de doute. Cette terre est blanche et ses sels sont incolores comme ceux de l'ytterbine, mais leurs solutions présentent au spectroscope deux raies

(1) Ces raies ont été observées déjà en 1873.

d'absorption qu'on ne retrouve pas dans le spectre de l'erbine pure, savoir une raie dans la partie rouge ($\lambda = 6840$), très forte, et une dans la partie bleue ($\lambda = 4645$), très large dans les solutions concentrées et riches en thuline.

» Le poids moléculaire de la fraction la plus riche en thuline que j'aie pu jusqu'ici obtenir s'élève à 129,6 (RO); mais cette fraction renfermait une petite proportion d'erbine, qui a pu réduire le poids moléculaire de 0,2. Comme la terre contenait aussi une quantité d'ytterbine impossible à apprécier, le nombre 129,8 est à regarder seulement comme un maximum. Le poids atomique maximum du thulium est 170,7, si l'on accepte pour l'oxyde la formule Tm^2O^3. Un mélange d'ytterbine et d'erbine dont le poids moléculaire (RO) serait 129,6 doit être fortement rouge, et les solutions doivent offrir des raies d'absorption de l'erbine très prononcées, ce qui n'a pas été le cas avec la fraction dont j'ai parlé. Ce qui prouve encore mieux l'existence du thulium, ce sont ses caractères spectroscopiques, que M. Thalén a examinés et qu'il fera connaître dans une prochaine Communication. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les chaleurs de combustion de quelques corps de la série grasse* (¹). Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« 5. *Éther acéto-acétique*

$$\begin{array}{l} CH^2COCH^3 \\ | \\ CO^2OC^2H^5 \end{array}$$

— La chaleur de combustion de ce corps était à comparer avec celle de l'éther acétique, dont il dérive par substitution. Sa chaleur de combustion, suivant l'équation

$$C^6H^{10}O^3 \text{ liq.} + 14O \text{ gaz.} = 6CO^2 \text{ gaz.} + 5H^2O \text{ liq.},$$

est, pour 1^{gr},

	cal
	5797,1
	5789,6
	5805,2
Moyenne....	5797,3

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Volume, p. 297.

et par molécule en grammes

$$5797,3 \times 130 = 753649^{cal};$$

celle de l'éther acétique est

$$6292,7 \times 88 = 553758^{cal}.$$

» J'espère continuer les recherches actuelles en les concentrant pour le moment dans la série grasse. »

CHIMIE. — *Réaction secondaire entre l'hydrogène sulfuré et l'hyposulfite de soude.* Note de M. F. Bellamy.

« Lorsque l'on fait bouillir une solution de sulfite bisodique SO^3Na^2 avec du soufre soluble pour obtenir de l'hyposulfite de soude, on ne constate rien de particulier pendant l'ébullition; la liqueur filtrée, abandonnée à elle-même, laisse bientôt déposer des cristaux d'hyposulfite et reste limpide jusqu'à la fin.

» Avec le soufre insoluble, on perçoit, pendant l'ébullition, une odeur d'hydrogène sulfuré; quelquefois même, la liqueur devient opaline; puis, lorsque, après filtration, la liqueur est mise à cristalliser, elle continue d'exhaler l'odeur d'hydrogène sulfuré; elle se trouble de plus en plus, devient laiteuse et laisse déposer, en même temps que des cristaux d'hyposulfite, une notable quantité de soufre blanc.

» Le soufre soluble et le soufre insoluble avec lesquels j'ai opéré ont été obtenus avec de la fleur de soufre épuisée par du sulfure de carbone.

» En bouillant avec du sulfite sodique, le soufre insoluble s'y dissout en plus grande proportion que le soufre soluble. Il est difficile d'attribuer ce résultat à une ténuité plus grande de la fleur de soufre. En effet, ayant pulvérisé avec soin des cristaux de soufre, j'ai obtenu une poudre dont les particules sont au moins aussi ténues que les vésicules insolubles de la fleur de soufre. C'est ce que j'ai reconnu en comparant l'une et l'autre au microscope. »

CHIMIE. — *Sur l'acide obtenu par M.* Boutroux *dans la fermentation du glucose.* Note de M. **Maumené**.

« L'acide hexénique $C^{12}H^{12}O^{14}$ a été signalé dans mon *Traité théorique et pratique de la fabrication du sucre* (t. I, p. 375, 376, 73, 90, 92, 50).

» J'ai montré qu'il se produit dans l'action du glucose et de l'acétate de cuivre avec réduction complète du métal (p. 375), et par l'action de l'oxyde de cuivre dissous, à l'état de tartrate basique, avec le même glucose (p. 376).

» J'ai montré que le même acide se produit dans la réduction du bioxyde de mercure par le sucre observée par Vogel (p. 73), dans l'action du sulfate de cuivre et du sucre (p. 90), dans l'action des sels de mercure (p. 92), dans celle du trichlorure d'or (p. 92), dans celle du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique (p. 50).

» En un mot, j'ai signalé cet acide comme le premier produit d'oxydation du sucre.

» Quoique j'aie parfaitement reconnu l'existence de cet acide, non seulement par la théorie, mais *par des expériences*, je n'ai pas publié ces dernières, me réservant d'en parler dans quelque occasion spéciale.

» Je ne prétends donc pas enlever à M. Boutroux la priorité de publication des propriétés de l'acide.

» Je dois faire observer que l'acide hexénique diffère seulement par O^2 de l'acide hexénique que j'ai fait connaître; aussi ses propriétés sont-elles presque identiques. »

MÉTALLURGIE. — *Sur un nouveau procédé pour produire le nickel malléable et à divers degrés de dureté.* Note de M. J. **Garnier**, présentée par M. Daubrée.

« Le nickel pur, après une fusion et une coulée, renferme généralement une quantité plus ou moins grande d'oxygène en dissolution, et le métal est cassant. Pour empêcher cette action nuisible de l'oxygène, il faut incorporer au bain de nickel fondu une substance qui soit non seulement très avide d'oxygène, mais qui ait, en outre, une très grande affinité pour le nickel lui-même, afin qu'elle se divise bien dans la masse du bain; enfin, cette substance elle-même ne doit point rendre le nickel cassant. Ce

qui démontre l'action nuisible de l'oxygène, c'est que du nickel affiné au sein d'une atmosphère réductrice est extrêmement malléable : tel est celui qui se dépose accidentellement sur le nez des tuyères de nos fourneaux, au milieu du combustible. Ce même nickel, refondu ou simplement porté au rouge au contact de l'air, peut se pulvériser ensuite sous le marteau. Persuadé de ce fait, dès 1876 j'avais proposé d'additionner au nickel du manganèse métallique, comme on le fait dans la fabrication de l'acier. J'avais choisi le manganèse comme adjuvant à cause de son prix assez bas à l'état de ferromanganèse; mais il allait sans dire que la plupart des autres métaux facilement oxydables devaient convenir.

» Le manganèse améliore en effet le nickel; mais, comme tous les métaux avides d'oxygène, il disparaît dans les refontes, et le nickel redevient cassant. En un mot, les métaux oxydables, additionnés au nickel, ne répondent pas aux exigences de la pratique, comme le fait le *phosphore*, qui est le corps que j'emploie.

» Outre l'avantage de ne point disparaître par les refontes, au moins d'une manière sensible, et quand il est aux faibles doses nécessaires, le phosphore, à poids égal, enlève une quantité d'oxygène beaucoup plus grande que ne peut le faire aucun métal utilisable pour le même but : ainsi, tandis que 1 unité de phosphore enlève 1,25 d'oxygène en passant à l'état d'acide phosphorique et 1,50 d'oxygène en passant à l'état de phosphate simple, 1 unité de manganèse n'enlèvera que 0,30 d'oxygène en passant à l'état de protoxyde de manganèse; 1 unité de zinc enlèvera 0,25 d'oxygène; 1 unité de magnésium, 0,66 d'oxygène, etc.

» D'autre part, le phosphore agit sur le métal de façon à lui donner les diverses manières d'être dont les arts peuvent avoir besoin, et son effet est comparable à celui du carbone sur les fers. Ainsi, jusqu'à 3 millièmes de phosphore, le nickel est doux et très malléable; au-dessus de cette dose, sa dureté s'accroît aux dépens de la malléabilité.

» Un des moyens que j'emploie pour incorporer le phosphore au nickel consiste à additionner au bain de nickel, dans la proportion convenable, un phosphure de nickel qui contient environ 6 pour 100 de phosphore. Je l'obtiens en fondant un mélange de phosphate de chaux, de silice, de charbon et de nickel. Ce phosphure riche est blanc, dur et cassant.

» J'ai laminé aisément à chaud et à froid du nickel à 0,0025 de phosphore, obtenant sans difficulté des feuilles de 0,00005 d'épaisseur, c'est-à-dire aussi minces qu'il est possible de faire sans laminer *en paquets*, et tout indique que l'on peut arriver beaucoup plus bas. J'ai observé qu'à la pre-

mière passe du laminoir tous les défauts qui peuvent exister dans le lingot se montrent, mais qu'ils n'augmentent presque plus dans la suite du travail, à l'inverse de ce qui a lieu pour les maillechorts; il y a donc une grande importance à obtenir un lingot très sain.

» Le nickel au phosphore, allié au cuivre, au zinc et au fer, m'a donné des résultats bien supérieurs à ceux qu'on obtient avec le même nickel non phosphoré; les lingots étaient plus sains, ce qui s'explique, car le phosphore, en s'oxydant dans la masse du nickel, ne donne point de produits gazeux, mais bien des produits solides. Grâce au phosphore, j'ai donc pu allier le nickel et le fer en toutes proportions et obtenir toujours des produits doux et malléables. Je m'explique maintenant pourquoi d'illustres chimistes ont dit, contradictoirement, les uns que les alliages de nickel et de fer étaient cassants, les autres qu'ils étaient malléables : ces derniers avaient allié au nickel du fer phosphoreux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la propylnévrine*. Note de M. **H.-G. MORLEY**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai préparé ce corps en faisant réagir la triméthylamine sur la chlorhydrine propylénique. Cette chlorhydrine a été obtenue avec le propylglycol ordinaire, soit par la méthode de M. Carius, à l'aide du chlorure de soufre, soit par l'action du gaz chlorhydrique sur le même glycol, maintenu pendant quelques jours à 100°. Cette dernière méthode, bien que laborieuse, semble néanmoins la plus productive. J'ai obtenu 100gr de chlorhydrine propylénique bouillant de 126° à 127°, en employant 217gr de propylglycol. Ce dernier a été préparé d'après la méthode Belohoubek (*Berichte Chem. Gesellsch.*, t. XII). 4500gr de glycérine ont donné 320gr de propylglycol bouillant entre 184° et 188°.

» 20gr de chlorhydrine propylénique ont été enfermés dans un tube scellé avec une quantité calculée de triméthylamine et chauffés à 100° pendant quelques heures. Le contenu du tube s'est trouvé neutre et n'a précipité le chlorure de platine qu'après l'addition d'alcool. Le chloroplatinate cristallise en lamelles dentelées, insolubles dans l'alcool et dans l'éther, solubles dans l'eau. Ces cristaux renferment :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^{32}O^2Az^2PtCl^6$.
Pt	30,53	30,50
C	21,97	22,29
H	4,92	4,33
Az	5,54	4,98

ce qui conduit à la formule

$$\left[\begin{array}{l} CH^2-OH \\ \vert \\ CH-Az= \\ \vert \\ CH^3 \end{array}\left\{\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \\ Cl \end{array}\right.\right]^2 PtCl^4.$$

» La solution qui renferme le chlorure de la propylène-névrine laisse dans le vide des cristaux incolores. On les obtient plus facilement en chauffant à 100° la chlorhydrine propylénique avec la triméthylamine sèche. Les cristaux obtenus doivent être séparés rapidement, lavés à l'alcool absolu et desséchés dans le vide. Ils sont incolores, transparents, très hygroscopiques. Exposés à la lumière, ils brunissent à la surface. Une portion de ces cristaux ayant été convertie en chloroplatinate, ce dernier a donné : Pt = 30,52 ; théorie = 30,50.

» Lorsqu'on fait bouillir le chlorure de propylène-névrine avec de l'eau et de l'oxyde d'argent, ce dernier est réduit et la solution renferme une base sirupeuse. A froid et en présence d'un grand excès d'oxyde d'argent, la réduction est à peine sensible, et la liqueur renferme une base qui est sans doute l'hydrate de propylène-névrine. Elle ne cristallise pas dans le vide sec. J'ai montré ailleurs (*Ber. Chem. Geselsch.*, t. XIII, p. 222) que la chlorhydrine éthylénique, chauffée à 100° avec une solution aqueuse de diméthylamine, donne un produit de condensation

$$\begin{array}{l} C^2H^4 \diagup OH \\ \qquad \diagdown \\ \qquad\ \ \rangle -O \\ \qquad \diagup \\ C^2H^4 \diagdown Az(CH^3)^2, \end{array}$$

et que la même chlorhydrine forme avec la monométhylamine un composé correspondant. Il ne paraissait donc pas impossible que la chlorhydrine propylénique donnerait avec la triméthylamine un tel produit de condensation, à condition d'employer moitié moins de base que dans le cas précédent, c'est-à-dire 2^{mol} de chlorhydrine pour 1^{mol} de triméthylamine. L'expérience n'a pas vérifié cette prévision. Les tubes chauffés à 100° renfermaient de la propylène-névrine. Le chloroplatinate a donné : Pt = 30,70 (théorie = 30,50).

» Molécules égales de chlorhydrine propylénique et de diméthylamine en solution ont été chauffées pendant quelque temps à 100°. Le liquide obtenu était neutre et a donné un chloroplatinate cristallisable de l'alcool en fines aiguilles. On y a trouvé Pt = 31,88. Ce nombre est identique avec celui

(31,88) qui est exigé par la formule

$$\left[C^3H^6 \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown Az \begin{matrix} \diagup CH^3, HCl \\ \diagdown CH^3 \end{matrix} \end{matrix}\right]^2 PtCl^4$$ (1). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière sur la transpiration des plantes.* Note de M. **H. Comes.** (Extrait.)

« .... Les résultats de mes recherches expérimentales sur la transpiration des plantes se trouvent entièrement d'accord avec les faits déjà acquis par la Physique, et je les résume dans les propositions suivantes (2) :

» 1° L'émission de la vapeur d'eau qui a lieu chez les plantes est soumise non seulement à l'action des agents physiques qui ont de l'influence sur l'évaporation ordinaire d'une libre surface d'eau, mais aussi à l'influence de la lumière; par conséquent, à parité de conditions, une plante transpire plus sous l'action de la lumière que dans l'obscurité.

» 2° L'action exercée par la lumière sur la transpiration des plantes augmente en proportion de son intensité; par conséquent, à parité de conditions, la transpiration arrive à son maximum peu de temps après midi.

» 3° La lumière favorise la transpiration seulement pour la portion qui en est absorbée par la substance colorante de l'organe; donc, à parité de conditions, l'organe qui est coloré avec plus d'intensité transpire davantage, et la transpiration est plus active dans la partie du spectre où la lumière se trouve plus absorbée.

» 4° Les rayons lumineux qui sont absorbés par la substance colorante d'un organe favorisent seuls la transpiration de ce même organe; donc, à parité de conditions, la transpiration d'un organe coloré atteindra le minimum sous l'influence de la lumière de la même couleur que l'organe et le maximum sous l'influence lumineuse de la couleur complémentaire. »

---

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

(2) On trouvera le détail des expériences, les données numériques et les tableaux ainsi que l'historique dans les Mémoires de la *Reale Accademia dei Lincei*, ann. CCLXXVII (1879-1880), *Mem. della Classe di Sc. fis., mat. e nat.*, 3e série, t. VII, 7 mars 1880.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la source du travail musculaire et sur les prétendues combustions respiratoires.* Note de M. A. SANSON, présentée par M. Ch. Robin.

« De recherches expérimentales qui ne sont que la continuation et le développement de celles que l'Académie a bien voulu encourager, et dont les résultats détaillés seront exposés très prochainement dans un Mémoire publié par le *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de MM. Ch. Robin et G. Pouchet, avec les faits déjà acquis à la science sur le même sujet, j'ai cru pouvoir déduire les propositions suivantes, dont l'importance physiologique me semble évidente.

» 1. L'acide carbonique éliminé par la respiration, recueilli et dosé à l'aide des divers appareils construits à cet effet, notamment à l'aide de l'appareil de Pettenkofer, ne donne nullement la mesure de l'acide carbonique formé durant le même temps, dans l'économie animale. Il en est ainsi parce que son élimination dépend de circonstances étrangères à sa formation, telles que les conditions de température extérieure, de pression barométrique, d'étendue de surface déployée du poumon, et de nombre des mouvements respiratoires dans l'unité de temps. Conséquemment, les conclusions tirées des expériences de respiration, à l'égard de la théorie des phénomènes de nutrition, sont dépourvues de valeur. A une élimination plus forte peut correspondre une formation plus faible, et réciproquement.

» 2. La richesse proportionnelle du sang en acide carbonique ne peut pas donner la mesure de la formation de cet acide, le rapport entre la formation et l'élimination n'étant point constant. A une formation accrue dans une certaine proportion, peut correspondre une élimination accrue dans une proportion plus forte, ou inversement, une élimination moindre à une formation plus faible. Après un travail musculaire qui provoque notoirement une formation plus grande d'acide carbonique, la proportion de celui-ci se montre diminuée dans la masse du sang, l'élimination par le poumon en étant augmentée par ce travail.

» 3. Il n'y a aucun rapport nécessaire entre la quantité d'acide carbonique formée durant un temps déterminé, dans l'économie animale, et la quantité d'oxygène introduite par la respiration durant le même temps. La formation de l'acide carbonique dépend du travail des éléments anatomiques, travail

chimique de nutrition ou travail musculaire; la quantité d'oxygène introduite dépend de la température, de la pression et du nombre des mouvements respiratoires, ou de la fréquence de renouvellement du mélange gazeux contenu dans les poumons.

» 4. Le travail musculaire a pour conséquence une consommation des substances albuminoïdes, des hydrates de carbone et des substances grasses de l'économie qui dégagent l'énergie qu'elles contiennent, pour subvenir aux besoins de ce travail et de la chaleur animale. Lorsque l'équilibre n'est pas maintenu, entre l'énergie dépensée sous les deux formes et l'énergie introduite sous forme d'aliments, le corps diminue de poids et s'amaigrit. Les principes immédiats ainsi détruits s'éliminent principalement sous les deux formes d'acide carbonique et d'urée, dont les quantités sont exactement proportionnelles à l'énergie dépensée comme travail. Il ne paraît y avoir aucun rapport entre la quantité d'acide carbonique formée et la chaleur perdue sous l'influence de l'abaissement de la température extérieure, sa proportion dans le sang s'étant montrée moindre à basse température (— 3°C.) qu'à une température moyenne (— 13°C.).

» 5. L'hypothèse qui fait attribuer la chaleur animale et le travail musculaire à la chaleur dégagée dans l'économie par la combinaison directe du carbone et de l'hydrogène des aliments, des tissus et des humeurs, avec l'oxygène de l'hémoglobine introduit par la respiration, n'est plus admissible dans l'état actuel de la science. D'abord cette combinaison directe, qui serait une véritable combustion, dégagerait des quantités de chaleur bien inférieures à celles qu'il est permis de constater, indépendamment des réactions organiques connues comme s'accomplissant avec absorption de chaleur et qui consomment ainsi une partie de celle qui se dégage; ensuite, il n'est pas possible que la chaleur dégagée, par combustion ou autrement, se transforme en travail musculaire, la condition nécessaire à la transformation faisant défaut dans la machine animale, qui, de la sorte, n'est point semblable à la machine à feu.

» 6. L'absence de cette condition nécessaire, d'une différence de température entre le corps qui dégagerait la chaleur et celui sur lequel elle se transformerait en énergie mécanique, rend indispensable que celle-ci, dans la machine animale, ait une source autre que la combustion. Il n'est pas possible d'admettre scientifiquement que l'énergie actuelle des principes immédiats se manifeste d'abord comme chaleur sensible, puis comme énergie potentielle mesurée en travail. Elle doit nécessairement se dégager de suite en tant qu'énergie potentielle, pour se manifester après, en tota-

lité ou en partie, comme chaleur sensible, selon qu'elle a été plus ou moins complètement dépensée en travail.

7. L'expérience rend extrêmement probable que le dégagement de l'énergie, dans la machine animale, est dû, sinon en totalité, du moins pour la plus grande partie, à des phénomènes de dissociation analogues à ceux qui se passent dans les fermentations proprement dites, attribuées à l'activité des organismes cellulaires dits *ferments figurés*. En présence des éléments anatomiques, des globules sanguins en particulier, les principes immédiats du plasma sont dissociés, abandonnent de l'acide carbonique et sans doute aussi d'autres composés, qui empruntent de l'oxygène à l'hémoglobine pour se constituer et cèdent leur énergie aux éléments musculaires, qui la manifestent ensuite sous forme de travail en se contractant, ou bien au sang lui-même pour l'entretien de la chaleur animale. Ces dissociations, dédoublements ou mutations, effectués avec le concours de l'oxygène de l'hémoglobine et qui sont évidemment impossibles sans lui, dégagent des quantités d'énergie considérablement plus fortes que celles qui pourraient résulter des simples combustions, et rendent ainsi compte des phénomènes mécaniques et calorifiques de l'organisme.

8. Il ne paraît donc pas y avoir, dans l'économie animale, de véritables combustions, et, en tout cas, point de combinaison entre le carbone des principes immédiats et l'oxygène respiratoire, donnant de l'acide carbonique et dégageant de la chaleur, qui serait la source du travail musculaire. L'acide carbonique du sang, du moins pour une forte partie, sinon pour la totalité, se dégage comme tel de ses combinaisons organiques, en même temps que l'énergie constituante de celles-ci, en temps qu'énergie mécanique. Cette dernière a sa source principalement, sinon exclusivement, dans les principes immédiats albuminoïdes, les moins combustibles de tous, mais aussi les plus complexes. Ce n'est pas à tort, pour ce motif, que, d'après l'observation et l'expérience, ils ont été qualifiés d'*aliments de force*, par les auteurs qui se sont occupés scientifiquement de l'alimentation. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'emploi de l'azotite d'éthyle pour assainir les locaux contaminés*. Note de M. PEYRUSSON. (Extrait.)

« .... En résumé, l'azotite d'éthyle, ou éther azoteux, possède, à l'état de vapeur, toutes les propriétés physiques et chimiques nécessaires pour

attaquer les produits morbides qui peuvent se trouver dans l'air. Son action est analogue à celle de l'ozone comme comburant; mais il est beaucoup plus actif dans ses effets.

» Il ne présente pas plus d'inconvénients que l'ozone comme odeur ni comme action irritante sur les tissus; tandis que l'ozone est impossible à produire d'une façon pratique, il suffit, pour employer cet éther, d'en vider, matin et soir, quelques grammes dans un flacon qu'on laisse débouché dans l'appartement dont on veut purifier l'air (¹).

» C'est maintenant à la pratique médicale qu'il appartient de décider si ce corps aura, dans tous les cas, les heureux effets qu'on est en droit d'en attendre. »

ZOOLOGIE. — *Complément de l'évolution biologique des Pucerons des galles du peuplier* (Pemphigus bursarius *Lin.*). Note de M. J. LICHTENSTEIN.

« Lorsque j'eus l'honneur de communiquer à l'Académie l'histoire partielle du Puceron des galles du peuplier (²), j'eus le regret d'y laisser une lacune, celle de la vie de cet insecte depuis le moment où il quitte la galle comme émigrant jusqu'à celui où il revient sur le tronc des peupliers comme pupifère. Cette lacune, je viens la combler.

» Après des tentatives inutiles sur les racines de graminées et d'autres plantes, j'eus l'idée d'essayer l'élevage sur le *Filago germanica*. Ce qui me conduisit à cette idée, c'est que, tandis que je ne connaissais que les deux premiers états, fondateur et émigrant, du *Pemphigus bursarius*, je ne connaissais que les deux derniers états, bourgeonnant et pupifère, du *Pemphigus filaginis* Boyer.

» Je refis ici ce que j'avais fait, en 1873, pour prouver les migrations du Phylloxera du chêne : je couvris d'une cloche une plante de *Filago*, en y insérant une galle de peuplier remplie d'émigrants ailés. La plante se couvrit bientôt de la sécrétion laineuse propre au *Pemphigus filaginis*. En même temps (du 1er au 15 juillet) toutes les plantes de *Filago* croissant en liberté autour de la cloche se couvrirent de la même sécrétion et furent

(¹) Un seul flacon suffit pour un local de 100mc; mais il vaut mieux employer ce corps mélangé avec de l'alcool à parties égales.

(²) *Comptes rendus*, séance du 5 avril 1880.

garnies des Pucerons verts et noir de velours formant la phase bourgeonnante ([1]) de cet insecte.

» Le développement de la forme ailée pupifère marche très vite; une vingtaine de jours lui suffisent. Si les auteurs allemands disent que ce Puceron est rare, c'est qu'ils ne l'ont pas cherché au bon moment. En juillet, il est très commun; avant ou après il est des plus rares, puisqu'il n'existe plus comme puceron du *Filago*.

» En effet, en rapportant dans mon cabinet la cloche et la plante de *Filago* qu'elle recouvrait, j'ai vu les insectes ailés abandonner les capitules de la fleur où ils s'étaient développés et chercher à s'échapper de la cloche.

» Je ne pouvais pas songer à leur donner la liberté et à les suivre dans l'espace pour voir où ils iraient se poser; mais j'insérai un morceau d'écorce de peuplier sous la cloche : aussitôt ils se rassemblèrent dessus et se mirent à pondre les sexués. J'en laissai échapper une centaine, qui, après avoir volé dans la chambre, se réunirent contre les carreaux de la fenêtre. Là aussi, je plaçai un fragment d'écorce de peuplier, et, malgré leur état de liberté relative, ces petits animaux vinrent aussi chercher les fissures de l'écorce pour y déposer leurs sexués. En même temps, les troncs des peupliers de mon jardin se garnissaient du même insecte, au point qu'un morceau d'écorce pris au hasard en renfermait toujours quelques-uns.

» Malgré le soin que j'ai apporté dans mon expérience, on pourra m'objecter que je n'avais pas semé la plante de *Filago* sur laquelle j'ai élevé mes Pucerons sous cloche et qu'il pourrait y avoir eu un *œuf d'hiver* ayant donné naissance au *Pemphigus filaginis*. Cela est vrai, et, si ce fait s'était produit, ce serait même un argument sérieux contre mes quatre phases larvaires, puisque cet insecte passerait de fondateur à pupifère sans transition.

» Aussi ai-je préparé plusieurs fragments d'écorce de peuplier qui sont farcis de sexués et d'œufs provenant du *Pemphigus filaginis*. Au printemps, en les attachant à des rameaux jeunes du peuplier, je dois pouvoir provoquer la formation de galles du *Pemphigus bursarius*, et c'est alors seulement que je dirai avec une pleine certitude ce qui me paraît aujourd'hui très probable : le *Pemphigus filaginis* est le même Puceron que le *Pemphigus bursarius* à une autre phase de son existence. »

([1]) Chez cette espèce de Puceron, la phase bourgeonnante est simple et non multiple comme chez le *Phylloxera vastatrix*, et tous les individus qui en proviennent deviennent ailés.

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités du genre* Polygordius *avec les Annélides de la famille des* Opheliidæ [1]. Note de M. A. GIARD.

« Le Polygordien que j'ai particulièrement étudié se trouve à la pointe de Beg-Meil, près Concarneau, où je l'ai découvert pendant les grandes marées d'avril. Il vit dans un sable coquillier grossier, analogue à celui qui recouvre les tubes de *Terebella conchilega*. En tamisant ce sable entre les doigts on peut, en quelques minutes, recueillir un grand nombre de *Polygordius*. Cette espèce, que je crois nouvelle, appartient au même groupe que le *Polygordius lacteus* Schneider et le *P. Villoti* Perrier, groupe caractérisé par la dioïcité, la longueur du corps, le cercle de glandes anales, etc.

» Mac Intosh avait décrit, plusieurs mois avant Perrier, sous le nom de *Linotrypane apogon* une Annélide qu'il a cru depuis pouvoir identifier avec le *P. Villoti*. Il est bien certain que ce *Linotrypane* est un Polygordien, et, comme il me paraît nécessaire de sectionner le genre *Polygordius*, je propose, pour éviter de compliquer la nomenclature, d'appliquer le nom de *Linotrypane* aux Polygordiens dioïques, réservant le nom de *Polygordius* aux espèces hermaphrodites, de petite taille et à caractères plus archaïques.

» Le genre *Polygordius*, ainsi compris, renferme les espèces *P. purpureus* Schneider (Helgoland et Sébastopol), *P. flavocapitatus* Uljanin (Sébastopol).

» Le genre *Linotrypane* comprend : *L. lactea* Schneider (Helgoland), *L. apogon* Mac Intosh (Shetland), *L. Villoti* Perrier (Roscoff), *L. erythrophthalma, nov. sp.* (Concarneau). Le *L. erythrophthalma* est le Polygordien que nous avons étudié. Il peut atteindre plus de $0^{m},1$ de long. Sa couleur est d'un rose très vif, à reflets irisés. Il ressemble beaucoup à *L. Villoti* et *L. apogon*, mais il se distingue immédiatement de ces deux espèces par ses points oculaires rouges. *L. Villoti* est aveugle et *L. apogon* a les yeux pigmentés de noir. De plus, le sang de notre espèce est vert, ce qui n'existe chez aucun autre Polygordien connu.

» A la partie antérieure du corps, les métamères sont séparés par un trait noir très fin; ils sont indistincts extérieurement à la partie postérieure et marqués seulement par les dissépiments et les renflements du tube digestif quand l'animal est vu par transparence.

---

(1) Les éléments de cette Note ont été recueillis à Concarneau, grâce aux puissants moyens de recherche mis à ma disposition par M. le sénateur Robin, grâce aussi au zèle scientifique de M. le lieutenant Lefebvre, commandant le cutter de l'État *le Moustique*.

» La cuticule est fort épaisse et il n'y a pas de fibres musculaires annulaires sous la couche matrice. Je n'ai pas non plus trouvé de muscles annulaires à l'intérieur de la couche longitudinale. Avec Rajevsky, je considère le revêtement interne de cette couche comme un tissu de nature conjonctive, renfermant de chaque côté de la cavité générale de nombreuses cellules endothéliales et formant un mésentère au-dessus et au-dessous de l'intestin. L'appareil vasculaire se compose d'un vaisseau dorsal et d'un vaisseau ventral, reliés dans chaque métamère par des anses latérales sur lesquelles se développent les produits génitaux. Le système nerveux est formé de deux plaques sus-œsophagiennes, d'un collier et d'une chaîne ventrale placée immédiatement sous l'épiderme, et très facile à étudier sur les coupes transverses. Les organes segmentaires sont droits et ciliés dans toute leur étendue. Le *L. erythrophthalma* renfermait des œufs mûrs et des spermatozoïdes parfaitement agiles, dès la fin du mois d'avril.

» Je ferai connaître plus en détail l'anatomie de ce type intéressant; mais je voudrais insister aujourd'hui sur les affinités qu'il présente avec une famille importante de Chætopodes, les *Opheliidæ*, affinités entrevues déjà par Mac Intosh et qui me paraissent au moins aussi grandes que celles des Polygordiens avec le *Saccocirrus*, mises en avant par Uljanin.

» Le type *Polygordius* n'est pas, comme on l'a dit, un type de Ver intermédiaire; c'est un type d'Annélide archaïque et aberrant.

» Le *Polygordius* n'est pas un type intermédiaire entre les Annélides et les Nématodes. La ressemblance avec les Nématodes consiste uniquement dans la disposition générale de la musculature, et surtout dans le développement excessif des feuillets musculaires longitudinaux, d'où résulte un habitus très particulier et un genre de progression caractéristique. Mais la même disposition existe chez certains Annélides (*Polyophthalmus*), dont la démarche est modifiée dans le même sens; c'est un caractère dû à une convergence facilement explicable par l'adaptation à des milieux spéciaux.

» Le *Polygordius* n'est pas davantage un type intermédiaire entre les Annélides et les Némertiens, dont la parenté avec les *Gymnotoca* me paraît des plus problématiques. Les fossettes vibratiles céphaliques des Polygordiens ne sont nullement comparables à celles des Némertes. De semblables organes vibratiles, fixes ou exsertiles, existent chez des Annélides appartenant aux familles les plus diverses : *Staurocephalus Chiajii* Clap., *Pædophylax veruger* Clap., *Syllis simillima* Clap., *Aricia Œrstedtii* Clap., *Ctenodrilus pardalis* Clap., *Ammotrypane aulogaster* Rathke, *Ophelia*, etc.

» L'absence de cils vibratiles extérieurs chez les Polygordiens dont le

tube digestif est intérieurement cilié dans toute sa longueur s'explique par l'épaississement de la cuticule et le grand développement de la musculature. La cuticule de *L. erythrophthalma* porte, de distance en distance, des traces de bouquets ciliaires analogues à ceux des *Polyophthalmus*, et je ne serais nullement étonné qu'on retrouvât, parmi les Polygordiens, des types fortement ciliés à l'extérieur. Les *Staurocephalidæ*, dont la forme embryonnaire n'est pas sans analogie avec les Polygordiens, présentent chez certaines espèces un revêtement ciliaire complet (*Prionognathus ciliatus* Keferstein).

» L'absence de soies chez un Chætopode ne doit pas plus nous étonner que l'absence de membres articulés chez certains Arthropodes (*Sacculina*, *Cryptoniscus*, etc.). On peut suivre la disparition progressive de ces organes dans la série des *Opheliidæ*, depuis les *Ophelia* jusqu'aux *Polyophthalmus* et *Ammotrypane*, dont certaines espèces, décrites par Mac Intosh, sont presque totalement dépourvues de soies.

» L'organisation des *Polyophthalmus* diffère à peine de celle des *Linotrypane*. J'ai étudié à Concarneau un *Polyophthalmus* de grande taille ($0^m,3$ et plus), connu dans les Corallines et les Mélobésies, et que j'identifie provisoirement avec le *P. pictus* Dujardin.

» La forme de la bouche, l'appareil vibratile, l'appendice du pharynx, les papilles anales, le sillon ventral et la disposition générale de la musculature rappellent tout à fait ce qui existe chez le *Linotrypane*. La ressemblance est encore bien plus grande si l'on compare deux coupes transverses convenablement choisies.

» Chez le *Saccocirrus*, la disposition des muscles et surtout celle du système nerveux sont loin de présenter la même analogie. On y voit, en effet, deux troncs nerveux latéraux, comme cela existe chez plusieurs groupes d'Annélides tubicoles, et non une chaîne médiane comme celle des Polygordiens. Les organes segmentaires nous offrent aussi des différences considérables.

» Il serait bien désirable de pouvoir déterminer par une étude embryogénique le degré exact de la parenté de Polygordiens et des *Opheliidæ*, que l'Anatomie comparée fait supposer très prochaine.

» L'embryon des *Polygordius* est un embryon d'Annélide primitive, une *Trochosphera* typique. Nous manquons de renseignements sur l'embryogénie des *Polyophthalmus*. Les prétendus embryons d'*Ophelia*, décrits et figurés dans un travail récent, ne sont malheureusement que des embryons d'*Arenicola piscatorum*. »

ZOOLOGIE. — *Découverte de Mammifères nouveaux dans les dépôts de phosphate de chaux du Quercy (éocène supérieur).* Note de M. **H. Filhol**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« J'ai obtenu des gisements de phosphate de chaux de Mouillac un maxillaire inférieur de Carnassier se rapportant à une espèce nouvelle d'*Amphicyon*. L'étendue de la série dentaire inférieure, mesurée depuis l'espace interincisif jusqu'au bord postérieur de la dernière tuberculeuse, était de $0^m,056$. Le diamètre antéropostérieur de la canine à son collet était de $0^m,007$. La série des prémolaires atteignait une longueur de $0^m,024$. Le bord postérieur de la couronne des trois premières de ces dents était lisse, alors que le bord postérieur de la couronne de la quatrième portait un petit tubercule à sa portion moyenne. L'espace occupé par la carnassière et les tuberculeuses était de $0^m,022$. La carnassière mesurait $0^m,013$ de longueur et $0^m,007$ de hauteur. La hauteur du corps du maxillaire au niveau de la première prémolaire était de $0^m,012$, et elle atteignait $0^m,017$ en arrière de la dernière tuberculeuse. La carnassière présentait à sa partie inverse une pointe bien détachée, large à sa base. La forme de cet élément et sa position sembleraient indiquer quelques analogies avec les *Cynodictis*. C'est le premier fait de cet ordre qu'il m'ait encore été permis de constater. Je proposerai de nommer l'espèce nouvelle dont je viens de donner la description *Amphicyon curtum*.

» Je rapporterai au genre *Cynodictis* une espèce nouvelle de Carnassier de très petite taille. La longueur de la série dentaire inférieure était de $0^m,037$. Les prémolaires occupaient un espace de $0^m,020$, et l'étendue de la série formée par la carnassière et les tuberculeuses était de $0^m,013$. La longueur et la hauteur de la carnassière étaient de $0^m,007$ et $0^m,004$. La hauteur du corps du maxillaire en arrière de la canine était de $0^m,006$; elle était de $0^m,007$ en avant de la carnassière et de $0^m,009$ en arrière de la deuxième tuberculeuse.

» Les gisements de phosphate de chaux des environs de Caylux m'ont fourni différentes pièces du squelette d'un Mammifère nouveau appartenant au genre Cynodon. L'étendue de la série dentaire inférieure, mesurée en ligne droite depuis l'espace interincisif jusqu'au bord postérieur de la deuxième tuberculeuse, était de $0^m,045$. L'espace occupé par les incisives était de $0^m,002$. La canine était forte et sa couronne mesurait $0^m,01$ de

hauteur et $0^m,005$ de longueur à sa base. L'espace occupé par la série dentaire en arrière de la canine était de $0^m,036$. Ce chiffre doit être décomposé de la manière suivante : étendue des prémolaires, $0^m,022$; étendue de la carnassière et des tuberculeuses, $0^m,014$. Les prémolaires étaient abaissées et sans tubercules sur leur bord postérieur. La carnassière mesurait $0^m,009$ de longueur et $0^m,005$ de hauteur. La hauteur du corps du maxillaire était de $0^m,009$ au niveau de la première prémolaire, de $0^m,011$ au niveau du bord antérieur de la carnassière et de $0^m,015$ en arrière de la dernière tuberculeuse. Je nommerai le Mammifère nouveau dont provient la pièce que je viens de décrire *Cynodictis nanus*.

» Je rapporterai au genre *Plesictis* une nouvelle espèce de Carnassier provenant des gisements de Mouillac. La longueur de la série dentaire inférieure en arrière de la canine était de $0^m,025$. L'étendue de la série des prémolaires était de $0^m,018$. La longueur et la hauteur de la carnassière étaient de $0^m,0065$ et de $0^m,004$ Le corps du maxillaire avait $0^m,007$ de hauteur en avant de la carnassière et $0^m,008$ de hauteur en arrière de la tuberculeuse. Je proposerai de nommer cette nouvelle espèce de *Plesictis* *Plesictis formosus*.

» J'ai obtenu des gisements de phosphate de chaux exploités aux environs de Caylux un maxillaire inférieur indiquant l'existence d'un genre encore inconnu de Carnassier appartenant au groupe des Mustélidés. La formule dentaire était : incisives, 3; canine, 1; prémolaires, 4; carnassière, 1; tuberculeuse, 1. L'étendue de la série dentaire en arrière de la canine était de $0^m,028$. L'espace occupé par les prémolaires était de $0^m,019$. Ces dents, assez semblables à celles des *Proailurus*, s'en différenciaient par leur moindre épaisseur. La carnassière avait une pointe interne très accusée, bien plus forte et bien plus détachée du corps de la dent qu'elle ne l'est dans le genre dont je viens de parler. D'autre part, la tuberculeuse, au lieu d'être arrondie comme chez les *Proailurus*, était allongée et présentait à sa partie antérieure trois mamelons aigus. Je proposerai de donner au genre nouveau que je fais connaître le nom de *Stenoplesictis*, afin de marquer les analogies qu'il présente avec les *Plesictis*, et je dois ajouter qu'il devra être placé à la suite de ce dernier et précéder dans nos classifications le genre *Pseudelurus*, constituant une sorte de trait d'union entre ces formes animales. L'espèce que je fais connaître portera le nom de *Stenoplesictis Cayluxi*.

» Je signalerai, provenant des gisements de Lamandine-Haute, une nouvelle espèce d'*Ælurogale* excessivement intéressante par les caractères de son

système dentaire inférieur. La dentition inférieure normale des *Ælurogale* est: incisives, 3; canine, 1; prémolaires, 4; carnassière, 1; tuberculeuse, 1. Sur l'échantillon qui vient d'être découvert, on note la disparition de la tuberculeuse et l'on a dès lors sous les yeux une dentition semblable à celle des *Pseudelurus*. On a ainsi une preuve bien évidente des liens qui unissent les Félidés aux Mustélidés. L'étendue de la série dentaire était, sur l'échantillon que je décris, de $0^m,035$ en arrière de la canine. La carnassière mesure $0^m,013$ de longueur et $0^m,009$ de hauteur. Le corps du maxillaire a $0^m,012$ de hauteur en avant de cette dent et $0^m,015$ en arrière d'elle. Je désignerai cette nouvelle espèce d'Ælurogale par le nom d'*Ælurogale acutata*. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure et les fonctions du suspenseur embryonnaire chez quelques Légumineuses.* Note de M. L. GUIGNARD, présentée par M. P. Duchartre.

« L'examen du développement embryonnaire chez les Légumineuses m'a offert des particularités très intéressantes, dont quelques-unes ont déjà été signalées par moi ([1]).

» Dans cette grande famille, le suspenseur embryonnaire affecte, suivant les genres, et même parfois jusqu'à un certain point dans les espèces d'un même genre, des formes très diverses. L'un des types les plus remarquables sous ce rapport est celui des Viciées.

» On admettait jusqu'à ces derniers temps comme fait général qu'une cellule ne contient qu'un noyau; mais récemment, outre le cas des grains de pollen et des tubes polliniques à plusieurs noyaux signalés par Nägeli, cette pluralité a été rencontrée par M. Schmitz dans les cellules de quelques Algues du groupe des Siphonocladiacées, et par M. Treub dans les laticifères et les fibres libériennes de plusieurs plantes appartenant aux Euphorbiacées, Asclépiadées, Apocynées et Urticacées.

» Le nouvel exemple qu'en offrent les Viciées résulte de mes observations sur des espèces variées : *Vicia pisiformis, tenuifolia, sepium*, etc., *Vicia faba, Orobus augustifolius, aureus, niger, roseus, variegatus*, etc., *Pisum sativum*, etc., *Lathyrus latifolius, odoratus, heterophyllus, sylvestris, sativus*, etc.

([1]) Ma première Note, *Sur la pluralité des noyaux dans le suspenseur de quelques plantes*, a été lue le 26 juin, à la Société botanique de France.

» Dans ce groupe, le suspenseur est formé de quatre cellules. Les deux supérieures, fixées au sommet du sac embryonnaire, sont très longues, vont en s'élargissant à partir du sommet et sont unies sur toute leur longueur. Les deux inférieures, en contact avec le jeune embryon, forment au contraire par leur union une sphère également volumineuse, avec cloison perpendiculaire à celle qui sépare les deux longues cellules. Ce suspenseur quadricellulaire dérive d'une cellule suspenseur primitive unique, par segmentations transversale et longitudinale consécutives à la division de son noyau propre.

» Bientôt, dans le protoplasma qui remplit ces quatre cellules, aux quatre noyaux ainsi formés en succèdent de nouveaux, issus également de division. L'emploi de la solution de cochenille très légèrement acidulée par l'acide acétique leur communique une coloration rougeâtre qui tranche sur la teinte rosée pâle du protoplasma. Les noyaux ont généralement un nucléole assez volumineux, parfois deux ou trois. Leur disposition n'est pas toujours régulière, quoiqu'ils semblent, dans les deux longues cellules, placés en séries longitudinales dans la couche de protoplasma qui tapisse la paroi cellulaire; cette régularité apparente peut faire surtout défaut dans la sphère inférieure.

» La paroi des cellules de ce suspenseur disparaît rapidement sous l'action de l'acide sulfurique étendu, contrairement à celle des cellules de l'embryon qui bleuissent en présence de cet acide et du sucre; par la solution acétique de cochenille, elle apparaît comme une membrane très mince et transparente.

» Un autre type de suspenseur présente un nombre considérable de cellules dont le rôle dans la nutrition embryonnaire ne semble pas douteux.

» Les conditions nécessaires à cette nutrition se rencontrent chez les genres *Cytisus, Astragalus, Dorycnium, Colutea, Thermopsis*, etc., et très nettement chez le *Cytisus Laburnum*.

» Aussitôt après la fécondation, la vésicule embryonnaire privilégiée produit, par des divisions successives, un corps ovoïde, de quelques cellules, où le suspenseur et l'embryon ne sont pas encore nettement différenciés. Du sommet à la base, ces cellules offrent le même volume; à aucun moment il n'existe comme suspenseur une file de quelques cellules; la cellule hypophysaire de M. Hanstein ne saurait donc être distinguée dans cette masse cellulaire. Mais bientôt les cellules de la petite masse primitive,

jusque-là de même volume, grossissent tout en se multipliant dans les trois quarts supérieurs environ de ce corps, se gonflent et se remplissent de protoplasma; la masse, auparavant ovoïde, tend à devenir sphérique; en même temps les cellules ainsi formées surplombent, pour ainsi dire, une sorte de mamelon constituant l'embryon, facilement reconnaissable à ses cellules beaucoup plus petites, serrées, où des divisions tangentielles externes ne tarderont pas à donner naissance à l'épiderme.

» Quand le suspenseur a ainsi atteint un certain volume, il reste stationnaire et occupe tout le haut du sac embryonnaire. Chacune de ses cellules, outre son noyau, contient, chez le *Cytisus Laburnum* principalement, des gouttelettes huileuses en assez grand nombre; cette matière de réserve est destinée à être résorbée dans la suite. Ces globules très réfringents noircissent par l'acide osmique et se dissolvent dans l'alcool absolu et l'éther. Leur présence est loin d'être générale.

» A aucun moment l'amidon ne se rencontre dans le suspenseur; l'embryon lui-même n'en contiendra que beaucoup plus tard, quand il aura développé ses cotylédons. Les parois ovariennes, au contraire, et le funicule en contiennent en abondance. Toutes les parties de l'ovaire renferment du glucose ou des sucres réducteurs, qui, traités par la liqueur cupropotassique, donnent un précipité rouge; le suspenseur apparaît ainsi plein du précipité rouge. L'embryon manifeste peu cette réaction, l'activité de ses divisions employant le glucose et les hydrates de carbone à la formation des parois cellulosiques.

» Jusque-là le sac embryonnaire n'offre que quelques noyaux épars au voisinage de l'embryon, dans sa partie supérieure; l'albumen qui s'y produit plus tard vient offrir à l'embryon les matériaux que le suspenseur ne peut plus lui fournir. Alors celui-ci semble avoir terminé son rôle; le protoplasma de ses cellules jaunit; les gouttelettes huileuses sont parfois abondantes, puis disparaissent; la substance azotée devient très réfringente; en même temps le tissu albumineux occupe bientôt toute la surface interne du sac, en progressant de haut en bas. Enfin, quand les cotylédons atteignent une certaine dimension, les cellules jaunies du suspenseur commencent à être résorbées. Quand le suspenseur est très développé, l'albumen apparaît en général plus tard que lorsqu'il est rudimentaire, comme s'il existait entre les deux un balancement organique.

» Des formes non moins intéressantes se présentent dans les *Anthyllis*, les *Galega* et les *Medicago* dont le suspenseur, très long et primitivement

formé d'une file cellulaire, est plus tard le siège de divisions; dans les *Ononis*, à suspenseur composé parfois de cellules très grosses, en forme de tonneau, etc.

» Il importe de faire observer que, chez les Viciées, la forme très allongée du suspenseur est comme commandée par la forme de la cavité embryonnaire dont la partie supérieure voisine du micropyle est très étroite; il faut donc que, par la longueur de son support, l'embryon soit amené jusqu'à la partie dilatée de cette cavité.

» On voit donc : 1° que la division nucléaire peut être indépendante de toute multiplication de cellules; 2° qu'il est des cas où se rencontre, à un moment donné, une différenciation à la fois morphologique et physiologique dans l'ensemble des cellules qui dérivent de la vésicule embryonnaire. »

TÉRATOLOGIE BOTANIQUE. — *Du pilosisme déformant dans quelques végétaux*. Note de M. **Ed. Heckel**, présentée par M. A. Chatin.

« Les botanistes désignent improprement sous le nom unique de *pilosisme* toutes les manifestations physiologiques ou tératologiques ayant trait au développement exagéré du système pileux. Si l'on étudie de près ces phénomènes, il est facile de voir qu'ils présentent une série gradative allant du fait physiologique simple à l'état tératologique le plus complexe, que je désigne sous le nom de *pilosisme déformant*, parce qu'il aboutit, en dernière analyse, à défigurer complètement l'espèce, en raison de l'accumulation des altérations qui accompagnent le fait principal. Bien que jusqu'ici tous les tératologues considèrent le pilosisme comme sans importance, il est évident qu'il répond à une signification plus élevée que celle d'une simple variation. Dans ces conditions, on peut diviser ces phénomènes de la manière suivante :

» 1° Le *Pilosisme physiologique*, comprenant les formations de poils ou l'accroissement en nombre de ces organes sur l'ensemble des parties de certains végétaux qui en sont normalement pourvus ou même totalement dépourvus. Ce phénomène se produit le plus souvent quand ces plantes passent d'un milieu humide sur un terrain sec. C'est là un fait d'adaptation physiologique dont la limite d'action est assez étroite; elle oscille entre le *glabrisme* et le *pilosisme* non accompagné d'altération des caractères spécifiques;

» 2° Le *pilosisme tératologique*. Il commence dès que le facies spécifique est altéré et acquiert son maximum d'action quand les modifications sont assez profondes pour éveiller la notion d'une espèce nouvelle. Un grand nombre de conditions capables de produire des troubles nutritifs dans les plantes peuvent faire naître ce pilosisme particulier;

» 3° Le *pilosisme par piqûre d'insectes ou par balancement organique*. Il se distingue nettement du précédent en ce que, étant très localisé (*Galles-Fustet*, filets des *Verbascum* à anthères avortées), il ne peut altérer la physionomie de l'espèce.

» Deux faits appartenant à la deuxième catégorie m'ont paru assez importants pour être signalés à l'attention de l'Académie ([1]). Le *Lilium Martagon* L. est frappé depuis deux années, à la Sainte-Baume (Var), dans à peu près tous ses pieds, d'un pilosisme d'intensité variable aboutissant, comme point maximum, à une déformation profonde, mais insuffisante pour avoir fait naître jusqu'ici le besoin d'une dénomination spécifique nouvelle. Dans ce dernier état, la fleur, toujours atteinte la première et le plus profondément parmi les divers organes, ne présente pas une grande surabondance de poils sur l'épiderme extérieur de son périgone, mais, dans le bouton même et avant l'anthèse, tout le tissu parenchymateux de ce périgone prend une expansion telle, que toutes les cellules, considérablement accrues et épaissies dans leur membrane d'enveloppe, deviennent visibles à l'œil nu. Sous l'influence de cette hypertrophie, le bouton floral s'est ramassé sur lui-même et, les lignes de contact des pièces périgonales s'étant rompues dans le bouton, ce dernier s'est largement entr'ouvert sur plusieurs points, laissant voir les étamines et l'ovaire complètement avortés. Leur substance a été absorbée au profit des éléments hypertrophiés des pièces périgonales. Dans ces conditions, la plante s'est un peu ramassée sur elle-même et des poils longs règnent sur les bords marginaux d'un grand nombre de feuilles verticillées, lesquelles ont perdu elles-mêmes de leur ampleur (tendance au nanisme).

» Comme la plante précédente, le *Genista aspalathoïdes* Lam. est sujet, dans la même localité, à un pilosisme plus accentué encore. Il atteint surtout les jeunes rameaux, les déforme par condensation et torsion sur eux-mêmes; il altère enfin tout le système foliaire (par réduction) et floral. Les

---

([1]) Ils montrent une fois de plus les difficultés que peuvent rencontrer même les meilleurs observateurs à distinguer, dans certains cas, la monstruosité de l'espèce, quand celle-ci n'a pas été longuement étudiée dans toutes ses périodes végétatives.

fleurs ainsi transformées sont : 1° normales, mais plus petites et plus velues que dans l'espèce pure, où ces organes sont déjà fortement villeux; 2° très réduites, à aspect *cléistogamique;* leur calice est très velu; les pièces de la corolle, pétaloïdes et de couleur jaune dans l'étendard et la carène seulement, ont leurs ailes incolores, scarieuses, le tout étant très couvert de poils. Les étamines, glabres, libres jusqu'à leur base (preuve nouvelle en faveur de l'interprétation de la disjonction comme phénomène de dégradation), ont leurs filets raccourcis terminés par des anthères normales; l'ovaire ramassé sur lui-même et très-velu, ne contient que quelques ovules atrophiés; 3° complètement avortées et remplacées par une boule de poils formant un épais feutrage. Ces organes siègent au sommet des rameaux, lesquels sont invariablement terminés par une pointe, non pas acérée et résistante, comme dans l'espèce normale, mais molle et recourbée à angle droit. Ce pilosisme, quand il envahit la plante dès la première année et qu'il se reproduit plusieurs fois successivement, donne à l'espèce un facies spécial qui lui a valu de Moris (*Flor. sard.,* I, p. 45) le nom de variété *Confertior* et de de Candolle celui de *Genista Lobelii* (*Flore franç.,* IV, p. 499). Ce dernier nom doit disparaître des catalogues, et le premier être échangé contre celui de *variété monstrueuse par pilosisme.* Ces faits me paraissent suffisants pour mettre dans toute leur lumière la valeur, jusqu'ici méconnue, de faits tératologiques considérés comme les plus simples, et partant sans importance, et des causes qui les font naître (influence des agents extérieurs). »

M. R. Arnoux soumet au jugement de l'Académie une Note sur un nouvel instrument de pointage pour les canons. Cet appareil se compose de trois parties principales : 1° un système destiné à donner l'angle de tir; 2° un système destiné à donner la dérive; 3° un système destiné à éliminer automatiquement les erreurs de pointage dues à la différence de niveau des roues.

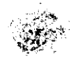
Suivant l'auteur, les avantages que présentera ce système sur les hausses actuellement employées sont les suivants : 1° précision bien supérieure dans le pointage, en ce qu'on peut viser non pas sur un ensemble d'objets la plupart du temps confusément aperçus, mais sur un point nettement distingué grâce au grossissement d'une lunette et nettement déterminé grâce à son axe optique; 2° correction automatique de la différence de niveau des roues; 3° possibilité de tirer sous tous les angles; 4° grande facilité pour le repérage de la pièce et les tirs indirects; 5° enfin, faculté

de déterminer avec l'appareil lui-même l'*angle de site* du but à atteindre.

Ce système de pointage, un peu modifié, pourrait être adapté, non pas aux fusils de guerre, mais aux carabines de précision, et il aurait, outre les principaux avantages ci-dessus énoncés, celui de pouvoir tirer aux plus longues distances sans que la crosse de la carabine quitte l'épaule, comme cela a lieu avec les hausses employées aujourd'hui.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.



Ouvrages reçus dans la séance du 9 aout 1880.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. XVIII (1re et 2e Parties), nouvelle série. Paris, Impr. nationale, 1880; 2 vol. in-4°.

Ed. Jannettaz, E. Fontenay, E. Vanderheim et A. Coutance. *Diamant et pierres précieuses. Bijoux, joyaux et orfévreries.* Paris, J. Rothschild, 1881; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 2e série, t. IV, 1er cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1880; in-8°.

Poils et ongles, leurs organes producteurs. Thèse présentée au Concours pour l'agrégation; par S. Arloing. Paris, G. Masson; in-8°.

Seconde Notice sur la question Simplon ou Mont Blanc. Réponse à une Lettre publiée par M. le sénateur Chardon; par M. D. Colladon. Genève, impr. Ch. Schuchardt, 1880; br. in-8°.

Sur la distribution géographique des Graminées mexicaines; par M. E. Fournier. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Etude sur les causes qui rendent le Phylloxera indestructible par les insecticides; par Boutin aîné. Châtellerault, impr. Ol. Bichon, 1880; br. in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1789, nos 3 et 4. Moscou, A. Lang, 1880; 2 livr. in-8°.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'Université d'Upsal;

vol. VIII et IX, années 1876-1877. Upsal, E. Berling, 1877 et 1878; 2 vol. in-4°.

Nova acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis; seriei tertiæ, vol. X, fasc. II, 1879. Upsaliæ, E. Berling, 1879; in-4°.

Bulletin du Canal interocéanique; 1re année, nos 1 à 23. Paris, impr. Mouillot, 1879-1880; 23 livr. in-4°.

Souvenir de l'Amphiorama ou la vue du monde pendant son passage dans une comète pour la première fois observé; par FR. W.-C. TRAFFORD. Zurich, 1880; in-8°. (Cinq exemplaires.)

L'Agriculture et les traités de Commerce; par M. C. POULAIN. Reims, impr. et lithogr. de l'*Indépendant rémois,* 1879; in-8°.

Almanaque nautico para 1881 *y* 1882, *calculado de orden de la superioridad en el instituto y observatorio de marina de la ciudad de San Fernando.* Madrid, impr. Aribau, 1879-1880; 2 vol. in-8°.

Reale Accademia dei Lincei; anno CCLXXVII (1879-80) : *La luce e la traspirazione nelle plante. Memoria del* D. O. COMES. Roma, Salviucci, 1880; in-4°. (Présenté par M. A. Cornu.)

Studio tossicologico sull' atropina e sulla daturina del Dr DIOSCORIDE VITALI. Milano, tipogr. del riformatorio Patronato, 1880; in-8°.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus; Jahrgang 1877, neue Folge, XIV Band. Wien, W. Braunmüller, 1880; in-4°.

Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Mathematische-naturwissenschaftliche Classe; XLI Band. Wien, Karl Gerold's Sohn, 1879; in-4°.

Alligators in China : their history, description and identification; by A. FAUVEL. Shanghai, printed at the Celestial empire Office, 1879; in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; VIIe série, t. XXVI, n° 12; t. XXVII, n° 6. Saint-Pétersbourg, 1879-1880; 2 livr. in-4°.

Sitzungsberichte der Mathematisch-physikalischen Classe der K. B. Akademie der Wissenschaften zu München, 1880; Heft II, III. München, F. Straub, 1880; 2 livr. in-8°.

Die dual Functionen und die Integration der elliptischen und hyperelliptischen Differenziale; von A.-R. v. MILLER-HAUENFELS. Graz, Leuschner et Lubensky, 1880; in-8°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. Eerste Jaargang, 1879, door Dr P.-A. BERGSMA. Batavia, Landsdrukkerij, 1880; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 AOUT 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Mouchez** présente à l'Académie le Volume des « Annales de l'Observatoire » comprenant les Observations de l'année 1877.

M. **Mouchez** fait hommage à l'Académie des photographies des grands instruments de l'Observatoire et des reproductions photographiques des portraits des astronomes qui ont dirigé cet établissement.

ZOOLOGIE. — *Compte rendu sommaire d'une exploration zoologique faite dans le golfe de Gascogne à bord du navire de l'Etat* le Travailleur; par **M. Alph. Milne Edwards** (¹).

« Ainsi que l'on pouvait s'y attendre, les Poissons des grands fonds sont mal représentés dans les collections du *Travailleur*, soit à cause de la rareté de ces animaux, soit parce qu'ils échappent facilement aux engins que nous

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 311.

employons; cependant nous avons obtenu deux espèces appartenant à des formes méditerranéennes, un Stomias et un Macrourus.

» Les Crustacés sont très intéressants; pas un de ceux qui ont été ramenés par nos dragues ne se trouve sur nos rivages; il y a là deux faunes en quelque sorte superposées et ne se mélangeant pas. Le *Dorynchus Thomsoni* représente dans les grands fonds les Inachus des côtes; l'*Amathia Carpenteri* représente les Pises. Cette dernière espèce se rapproche beaucoup d'un Oxyrhinque trouvé par Stimpson sur les côtes de la Floride, à 300^m de profondeur, et décrit par lui sous le nom de *Scyra umbonata*. Je ferai remarquer que l'*Amathia Carpenteri* n'appartient pas au genre *Amathia* et que la prétendue *Scyra umbonata* n'est certainement pas une *Scyra*, mais que ces deux Crustacés doivent prendre place dans une division générique nouvelle à laquelle je donnerai le nom de *Scyramathia*. A une profondeur variant entre 700^m et 1300^m, nos fauberts ont souvent ramené un beau Crabe à yeux phosphorescents, trouvé d'abord dans les mers de Norvège et nommé en 1837, par Kroger, *Geryon tridens*. Ce Crustacé n'avait jamais été trouvé sur nos côtes. Une espèce très remarquable du groupe des Dromiens, mais très différente des Dromies ordinaires, a été pêchée à 1190^m; elle ressemble beaucoup à un Crabe des grands fonds de la mer des Antilles (¹). L'*Ethusa granulata* Norman, dont les yeux sont transformés en pédoncules épineux et aveugles, est commune à une profondeur variant de 800^m à 2000^m.

» La *Munida tenuimana*, dont les yeux sont gros et phosphorescents, est loin d'y être rare. Un autre Galathéien très intéressant a été trouvé à 1960^m; il est aveugle; ses yeux sont devenus de simples épines; il ressemble beaucoup à des espèces des grandes profondeurs de la mer des Florides dont j'ai formé le genre *Galathodes*. Un *Pentacheles* aveugle, un Palémonien inconnu, une Mysis aveugle, de nombreux Thysanopodes ont été rencontrés à des profondeurs variables. Je signalerai aussi la *Gnathophausia Zoea*, remarquable par sa belle coloration d'un rouge carminé, semblable à celle de la gelée de groseilles. Cette espèce n'avait encore été trouvée que par l'expédition du *Challenger*, à 2000^m ou 3000^m de profondeur, près des Açores et dans le voisinage du Brésil. Des Cumacés, de nombreux Amphipodes et d'autres Crustacés inférieurs de très petite taille devront être l'objet d'un travail de détermination très minutieux.

(¹) Ce Dromien provient de l'expédition de M. A. Agassiz à bord du *Blake*. Il a été trouvé à 300^m de profondeur. Je l'ai désigné sous le nom de *Dicranodromia ovata*.

» Il est difficile de fixer le nombre des espèces de Mollusques ramenées par la drague : beaucoup d'entre elles sont mêlées avec les Foraminifères, dont le triage n'est pas encore terminé ; mais, parmi celles de taille moyenne, un examen préliminaire a déjà permis de reconnaître plus d'une centaine d'espèces. La plupart appartiennent à la faune profonde du nord de l'Atlantique et des mers arctiques ; quelques formes méditerranéennes s'y rencontrent aussi, ainsi que d'autres qui sont connues à l'état fossile en Sicile et dans le terrain pliocène du nord de l'Italie. Enfin d'autres sont nouvelles pour la science. Il paraît résulter de nos dragages que l'uniformité de la faune des grandes profondeurs est réelle pour les Mollusques, car les espèces du golfe de Gascogne que nous avons recueillies ont été aussi draguées au nord de la Norvège, aux îles Shetland et sur les côtes du Groënland. Les différences des faunes conchyliologiques se dessinent dès que le fond se relève et qu'on se rapproche de la zone littorale. Les animaux retirés vivants, parmi les Gastéropodes, avaient les yeux fortement pigmentés. Dans tous les fonds de dragues on a trouvé des Ptéropodes : il est donc certain que le golfe de Gascogne est sillonné par plusieurs espèces de Mollusques pélagiens. Une coquille en bon état de *Carinaria* et un fragment d'*Atlanta* annoncent la présence des Hétéropodes, qu'on n'y avait pas encore signalée. Les Brachiopodes ne sont représentés que par quatre espèces, dont trois proviennent d'un dragage dans la fosse de Cap-Breton ; mais il faut faire remarquer que presque toujours nous avons eu à examiner des fonds vaseux où ces animaux ne se plaisent pas [1].

---

[1] Nous ajoutons ici une liste très sommaire des espèces les plus importantes de Mollusques qui ont été trouvées :

Lamellibranches : *Spondylus Gussoni, Amusium lucidum, Pecten vitreus, P. groenlandicus, P. Pes-Lutræ, Lima subauriculata, L. Jeffreysi, L. elliptica, Nucula ægeensis, N. reticulata, Leda messaniensis, L. pusio, L. æquilatera, Malletia obtusa, M. excisa, Limopsis minuta, Modiola Martorelli, Modiolaria cuneata* (*nov. sp.*), *Dacrydium vitreum, Pecchiola insculpta, Axinus Croulinensis, A. eumyarius, A. ferruginosus, A. granulosus, Kellia tumida, Neæra elegans, N. striata, N. rostrata, Montacula tumida, Thracia* (*nov. sp.*), *Lyonsia* (*nov. sp.?*), *Pholadomya Loveni?* (fragments), etc.

Solénoconques : *Cædulus cylindratus, C. tumidosus, C. subfusiformis, C. Jeffreysi, C. Olivii, Siphonodentalium lofotense, S. tetragonum, Dentalium filum, D. nov. sp.* (très grand et voisin du *D. candidum*), etc.

Gastropodes : *Actæon exilis, A. nov. sp., Scaphander puncto-striatus, Bulla subrotunda, Bulla nov. sp., Ringicula pulchella, R. leptochila; Philine quadrata, Eulima stenostoma, Coriocella* (très grande espèce obtenue vivante), *Rimula asturiana* (*nov. sp.*), *Chiton alveolus, Turbo glabratus, Seguenzia formosa, Buccinum humphresianum, Fusus berniciensis,*

» Les Vers chétopodes se sont montrés abondants à toutes les stations de dragage et ils appartiennent à des genres représentés sur nos côtes. Les Maldaniens, les Clyméniens et les Euniciens dominent. Une grande espèce d'*Hyalinœcia* est particulièrement remarquable. A l'entrée de la fosse de Cap-Breton, par 300^m et 400^m, les *Sternaspis* et les *Pectinaria* sont très communs. Une espèce de *Balanoglossus* a été recueillie, mais à l'état de fragments, qui suffisaient cependant pour indiquer une espèce voisine du *Balanoglossus Talaboti* des fonds de la Méditerranée.

» Parmi les types de Vers les plus intéressants, il faut signaler l'être ambigu connu sous le nom de *Chetoderma*; les quelques exemplaires recueillis dans le golfe de Gascogne semblent différer du *Ch. nitidulum*, et ils rappellent dans une certaine mesure le *Neomenia gorgonophila* Kow, trouvé dernièrement au large de Marseille, et dont la morphologie se rapproche bien plus de celle des *Neomenia carinata*, du type des Chétodermes vrais. Les Géphyriens sont nombreux et fort curieux; ils comprennent, outre deux ou trois espèces nouvelles dont l'une est très proche des Sipunculus, des *Phascolion*, des *Phascolosoma* et des *Aspidosiphon*. Plusieurs de ces types rappellent des formes déjà signalées dans les mers arctiques.

» Les Cœlentérés occupent une place importante dans la faune profonde du golfe de Gascogne; l'exploration du *Travailleur* a montré que de 400^m à 2700^m les Zoanthaires et les Alcyonaires sont nombreux et très variés.

» On doit citer, parmi les Zoanthaires malacodermés, une belle espèce nouvelle d'*Edwardsia* ou d'*Hyanthus*, dont la colonne est bien moins rugueuse que celle des espèces de la côte, une *Adamsia* d'un beau rouge, fixée sur les branches des Isidiens, et enfin un *Bunode* de très grande taille; ce Bunode correspond au genre *Chitonactis* (Fischer), qui joue à côté des Bunodes vrais le rôle des Phélies vis-à-vis des Sagarties. Il faut aussi mentionner une espèce nouvelle de *Zoanthus* trouvée sur les radioles du *Dorocidaris papillata*.

» Les Zoanthaires sclérodermés sont représentés par le *Caryophyllia*

F. attenuatus, Columbella Haliæti, Hela tenella, Taranis Mörchii, Pleurotoma pinguis, P. galerita, Defrancia formosa, Nassa semistriata, Chenopus serresianus, etc.

HÉTÉROPODES : *Carinaria vitrea, Atlanta sp.?*

PTÉROPODES : *Hyalea inflexa, Cleodora cuspidata*, etc.

BRACHIOPODES : *Platidia anomioides, Terebratulina caput-serpentis, Crania anomala, Mergelia truncata.*

clavus, par une belle espèce de *Paracyathus*, par de beaux *Flabellum*, dont l'un doit constituer une espèce nouvelle, et enfin par le *Lophelia prolifera*, dont les colonies ont été fréquemment ramenées par la drague, mais toujours en fragments dont les zooïdes paraissaient morts depuis longtemps.

» Les Alcyonaires des grands fonds du golfe de Gascogne forment une collection des plus remarquables. Les Gorgonides sont représentés par des *Isis* de deux sortes, atteignant une taille extraordinaire. Outre ces deux espèces d'Isis, les engins du *Travailleur* ont capturé des fragments d'une *Mopsea* rappelant une espèce décrite par Sars, divers exemplaires de deux espèces de *Funiculina*, des *Kophobelemnon* et enfin un bel exemplaire du type si rare connu sous le nom générique d'*Umbellularia*. Ces divers Pennatulidiens étaient considérés comme appartenant aux mers arctiques; il est probable qu'ils font partie de la faune profonde de toutes les mers de l'Europe. A côté d'eux s'est trouvée une belle espèce méditerranéenne, l'*Alcyonium palmatum*, var. *pedunculatum*.

» Les Échinodermes offrent tous un intérêt considérable. La famille des Échinothurides, à laquelle se rapportent les beaux Oursins mous signalés pour la première fois par M. Wyville Thomson, est représentée par une belle espèce nouvelle de *Phormosoma*, distincte du *P. placenta* par les ornements des plaques et par les radioles de grande taille et spatuliformes insérés sur la face orale. Les Dyastérides, longtemps considérés comme éteints, ont donné le *Pourtalesia Jeffreysii*. Il faut signaler encore deux types nouveaux et fort remarquables de Spatangoïdes, l'*Echinus microstoma* W. Thomson, le *Dorocidaris papillata* et le *Bryssopsis lyrifera*.

» Les Astéridés sont tous intéressants et rares; ils appartiennent aux espèces appelées *Archaster tenuispina, A. bifrons, Astropecten Andromeda, A. irregularis*. Une belle espèce de *Brisinga* (*B. coronata*), aussi fragile que ses congénères des mers du Nord, a été recueillie sur divers points.

» Les Ophiuridés sont beaucoup plus abondants que les Astéridés. Les espèces déjà connues sont : *Amphiura Chiajei, A. filiformis, A. tenuissima, Ophiothrix fragilis, Ophiocnida Danielseni*. Plusieurs autres formes probablement nouvelles appartiennent aux genres *Asteronyx, Ophioglypha, Ophiomusium, Ophiacantha, Ophiomyxa*; une très grande et très belle espèce, constituant, suivant toutes probabilités, un type absolument nouveau, mérite une mention spéciale.

» Les Holothuries comprennent plusieurs espèces nouvelles et fort belles, ainsi que l'*Echinocucumis typica* des mers septentrionales et le *Stichopus regalis* de la Méditerranée.

» Le groupe des Crinoïdes ne nous a fourni que deux exemplaires d'un petit Antedon, voisin de l'*Antedon Sarsii* des mers du Nord.

» Les Éponges siliceuses les plus remarquables parmi celles que nous avons recueillies appartiennent au groupe des Hexactinellides, dont les spicules blancs et allongés ressemblent à du verre filé. Les *Hyalonema*, les *Holtenia*, l'*Askonema*, le *Wyville-Thomsonia*, le *Farrea* ont été ramenés par la drague de profondeurs variant entre 800^{m} et 2000^{m}.

» Nous avons trouvé dans les grands fonds une quantité de Foraminifères; outre les formes communes, dont le test est calcaire, poreux ou porcellané (*Cristellaria*, *Nonionina*, *Cornuspira*, *Orbulina*, *Quinqueloculina*, *Biloculina*, etc., et le remarquable *Orbitolites tenuissima*, dont nous avons obtenu des exemplaires de grande taille), nous possédons une magnifique série de Foraminifères arénacés (*Lituola subglobosa*, *Psammosphæra fusca*, *Astrorhiza arenaria*, *Rhabdammina sp.*), dont l'étude a pris, depuis plusieurs années, une grande importance.

» Cet exposé peut donner une idée des travaux zoologiques accomplis pendant la croisière du *Travailleur*. D'autres résultats importants ont en même temps été obtenus, et les cent trois sondages faits depuis la fosse de Cap-Breton jusqu'au cap Pénas rendent un compte exact du relief du fond de la mer, dans cette région qui semble continuer sous l'eau notre massif pyrénéen. A peu de distance des côtes, des profondeurs de près de 3000^{m} ont été trouvées; on a pu constater l'existence de pentes abruptes, de fentes presque verticales, surtout au nord de Santander et du cap Machichaco, et ces brusques différences de niveau sont venues bien souvent contrarier nos dragages. Au contraire, à l'ouest, entre Tina Mayor et le cap Pénas, il existe un plateau que nous avons désigné sous le nom de *plateau du Travailleur*. Il n'est couvert que d'environ 170^{m} d'eau et contraste par son horizontalité avec la région accidentée située plus à l'est; celle-ci se relie à la fosse de Cap-Breton par une série d'ondulations. Ce travail hydrographique sera fort intéressant pour les géologues; tous les éléments en ont été réunis avec un soin extrême par M. Richard, qui doit les grouper en un Rapport adressé à M. le Ministre de la Marine.

» En terminant, qu'il me soit permis d'exprimer le vœu que cette expédition si féconde ne soit pas la dernière de ce genre et que l'année prochaine il nous soit possible d'explorer de la même manière nos côtes méditerranéennes; les découvertes que M. Marion a faites au large de Marseille, nous permettent d'espérer encore une nouvelle et riche récolte. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur l'établissement des stations hospitalières de l'Afrique équatoriale;* par M. DE LESSEPS.

« La Section française de l'Association internationale africaine, dont j'ai été élu président, a désigné les deux chefs qui doivent créer nos premières stations hospitalières et scientifiques, l'une à l'orient, l'autre à l'occident de l'Afrique équatoriale.

» A l'orient, le capitaine Bloyet a écrit, le 15 juin, qu'il était, à cette date, sur la rive gauche du Kingani, à Mounié-Kondo, où il organisait une caravane de trois cents hommes pour se rendre à sa destination. Il arrivait dans l'Oussagara le 2 juillet.

» A l'occident, M. Savorgnan de Brazza recherche le meilleur point géographique où s'installera la première station sur l'un des affluents du fleuve Ogooué, dépendant de notre colonie du Gabon. M. l'amiral Jauréguiberry a bien voulu, sur ma demande, accorder un congé régulier à M. Mizon, enseigne de vaisseau, qui ira prendre la direction de la première station occidentale.

» La Section belge de notre Association internationale a déjà pu livrer à la publicité un certain nombre de résultats importants, consignés dans trois fascicules que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie. J'y joins un remarquable vocabulaire français-kisouahili, dressé par le docteur Dutrieux.

» Le programme du roi des Belges, qui consiste à rayonner graduellement et pacifiquement au centre du continent africain, en y créant, à titre définitif, des postes scientifiques et hospitaliers destinés à se relier entre eux, assure une conquête civilisatrice lente, mais sûre.

» Désormais les voyageurs, encouragés par nos établissements partiels, où ils seront certains de recevoir des renseignements et des secours, exécuteront leurs expéditions avec plus de sécurité, pendant que les stationnaires, bravant les difficultés et les périls des initiateurs, feront la fructueuse expérience de la vie africaine en cherchant à entretenir des relations amicales avec des populations encore barbares, livrées à la chasse et au trafic de leurs semblables.

» Il était nécessaire que la France figurât dans cette œuvre éminemment humaine et civilisatrice. J'ai la satisfaction de faire connaître à l'Académie la part honorable que la Section française aura dans le succès de

l'Association internationale fondée et présidée par S. M. le roi des Belges.

» Je remets à l'Académie une Note de M. Mizon, chef de notre station occidentale, et une copie du journal que le capitaine Bloyet a écrit pendant son voyage de Zanzibar jusqu'à son point de destination dans l'Oussagara.

» Pour la partie septentrionale de l'Afrique, l'Académie sait que le gouvernement de la République s'occupe activement de préparer les moyens de mettre en communication l'Algérie avec le Sénégal et le Soudan. Plusieurs Membres de notre Académie ont été désignés par le Ministre des Travaux publics pour faire partie de la Commission appelée à donner son opinion sur cette importante question.

» Mon avis a été de commencer, en dehors de notre rayon actuel, par établir aussi loin que possible des lignes télégraphiques, qui serviront successivement de jalons pour la pose des rails. Il n'y aura qu'à imiter l'expérience faite par les Américains entre New-York et San-Francisco, par les Anglais entre le sud et le nord de l'Australie, sur un parcours de 700 lieues, et par la Russie en Asie, travaux qui ont précédé la construction de chemins de fer. Cette opinion a reçu l'adhésion de nos collègues. Les fils électriques deviendront ainsi, dans l'intérieur de l'Afrique, de véritables conducteurs de la civilisation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Sur les embryons accompagnant les Cysticerques dans la viande du Porc.* Note de M. **Poincaré.**

(Commissaires : MM. H. Milne Edwards, de Quatrefages, E. Blanchard.)

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 12 juillet 1880, et qui est relative à la présence accidentelle, dans la viande de Bœuf, d'un parasite non encore décrit par les auteurs français, je faisais remarquer qu'on en trouvait un analogue chez le Porc atteint de ladrerie, et j'émettais l'hypothèse qu'il pourrait bien représenter une des phases d'un tænioïde. Depuis, j'ai eu l'occasion d'examiner le tissu musculaire de plusieurs Porcs entachés de Cysticerques, et les faits observés m'ont paru de nature à confirmer cette hypothèse.

» Je peux d'abord poser en fait que la viande de Porc renfermant des kystes de Cysticerques présente, en outre, constamment, des êtres à contenu

granuleux et pouvant affecter une forme générale analogue à celle des Nématoïdes. Ces êtres sont parfois excessivement nombreux, et leur fréquence est toujours en raison inverse de celle des kystes de Cysticerques, ce qui semble indiquer qu'il y a réellement là deux états successifs d'un même individu, et que, suivant le degré d'avancement de la maladie, c'est l'une ou l'autre des deux phases qui prédomine.

» L'animal affecte, le plus souvent, une forme ramassée qui le fait ressembler à une chrysalide. Il apparaît alors comme un sac ovoïde, froncé et renfermant exclusivement une masse de protoplasma granuleux. Ce sac peut, par des mouvements spontanés, s'allonger considérablement et se contourner de toutes manières. Plus il se déploie, plus il perd de son aspect froncé, de sa largeur et de l'intensité de sa teinte. Cette plus grande transparence s'explique par la dissémination du contenu granuleux. Du reste, l'animal peut, à volonté, répartir ce dernier inégalement dans son enveloppe, et faire apparaître ainsi des points noirs qu'on prendrait, au premier abord, pour des orifices naturels ou des organes spéciaux. La plupart de ces êtres sont munis de cils vibratiles, qui sont toujours plus nombreux et plus longs vers les extrémités. Beaucoup apparaissent contenus dans une fibre musculaire, qui se renfle et pâlit à leur niveau; mais il est évident qu'ils peuvent en sortir, car plusieurs sont manifestement libres.

» Tels sont les faits que l'on constate dans les muscles de Porcs atteints de ladrerie. Ils ne sont point l'exacte reproduction de ce que j'ai rencontré dans la viande de Bœuf, mais les différences ne sont point telles qu'elles ne puissent s'expliquer par des variétés de terrain.

» En tout cas, il est plus que probable que, chez le Porc, ces organismes granuleux représentent une des phases de formation ou de transformation du Cysticerque, et il est possible qu'ils puissent, aussi bien que celui-ci, engendrer le Tænia. C'est donc à tort que l'on tolère, dans beaucoup de villes, la vente des parties qui paraissent saines, à l'œil nu, chez les Porcs dont la ladrerie n'est pas encore généralisée. Ces parties peuvent, en effet, recéler ces germes microscopiques qui échappent complètement à l'inspection ordinaire. Il me paraît même urgent de renoncer à la consommation de la viande crue, ou même simplement saignante, qu'elle soit de porc ou de toute autre provenance. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de la ville de Blois** annonce à l'Académie que l'inauguration de la statue élevée à Denis Papin dans cette ville aura lieu le 29 août.

Il exprime l'espoir que l'Académie des Sciences voudra bien se faire représenter à cette cérémonie par l'un de ses Membres.

(Renvoi à la Commission administrative.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques formules relatives aux fonctions hypergéométriques de deux variables.* Note de M. **Appell.**

« Les séries précédemment indiquées ([1]) ne définissent les fonctions hypergéométriques de deux variables que pour les valeurs des variables x et y pour lesquelles la convergence a lieu; pour définir ces fonctions pour toutes les valeurs de la variable, on peut, comme pour la série de Gauss, se servir des équations différentielles auxquelles elles satisfont. Je continuerai à employer les notations F_1, F_2, F_3, F_4 pour désigner les quatre fonctions ainsi définies, même dans le cas où les séries correspondantes seraient divergentes.

» I. Les fonctions F_1 et F_3 peuvent s'exprimer à l'aide de F_2. Tout d'abord F_1 peut s'exprimer à l'aide de F_3 de la façon suivante.

» On a, en ordonnant la série F_1 par rapport aux puissances de x,

$$(1)\qquad F_1(\alpha,\beta,\beta',\gamma,x,y)=\sum_{m=0}^{m=\infty}\frac{(\alpha,m)(\beta,m)}{(\gamma,m)(1,m)}x^m\,F(\alpha+m,\beta',\gamma+m,y),$$

où F désigne la série de Gauss. Or, d'après Gauss (*Werke*, III Bd, p. 218, équation 92),

$$F(\alpha+m,\beta',\gamma+m,y)=(1-y)^{-\beta'}\,F\left(\beta',\gamma-\alpha,\gamma+m,-\frac{y}{1-y}\right);$$

en substituant dans le second membre de (1), on trouve

$$(2)\qquad F_1(\alpha,\beta,\beta',\gamma,x,y)=(1-y)^{-\beta'}\,F_3\left(\alpha,\gamma-\alpha,\beta,\beta',\gamma,x,-\frac{y}{1-y}\right),$$

formule qui exprime F_1 à l'aide d'une fonction F_3 particulière.

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 296, 731, 977.

» II. Voici maintenant de quelle façon la fonction F_3 peut être exprimée à l'aide de F_2. Les équations différentielles F_3 se ramènent à la forme F_2 par les substitutions $x=\frac{1}{\xi}$, $y=\frac{1}{\eta}$, $z=\xi^{\alpha}\eta^{\alpha'}u$; on a donc, en se reportant à l'expression donnée précédemment de l'intégrale générale des équations F_2,

$$
(3)\quad \left\{
\begin{aligned}
&F_3(\alpha,\alpha',\beta,\beta',\gamma,x,y)\\
&\quad = Ax^{-\alpha}y^{-\alpha'}F_2\left(\alpha+\alpha'-\gamma+1,\alpha,\alpha',\alpha-\beta+1,\alpha'-\beta'+1,\frac{1}{x},\frac{1}{y}\right)\\
&\quad + Bx^{-\beta}y^{-\beta'}F_2\left(\beta+\beta'-\gamma+1,\beta,\beta',\beta-\alpha+1,\beta'-\alpha'+1,\frac{1}{x},\frac{1}{y}\right)\\
&\quad + Cx^{-\alpha}y^{-\beta'}F_2\left(\alpha+\beta'-\gamma+1,\alpha,\beta',\alpha-\beta+1,\beta'-\alpha'+1,\frac{1}{x},\frac{1}{y}\right)\\
&\quad + Dx^{-\beta}y^{-\alpha'}F_2\left(\beta+\alpha'-\gamma+1,\beta,\alpha',\beta-\alpha+1,\alpha'-\beta'+1,\frac{1}{x},\frac{1}{y}\right),
\end{aligned}
\right.
$$

où A, B, C, D sont des constantes dont voici les valeurs. Posons

$$f(\lambda,\mu,\nu,\rho)=(-1)^{-\lambda}(-1)^{-\mu}\frac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\nu-\lambda)\Gamma(\rho-\mu)}{\Gamma(\nu)\Gamma(\rho)\Gamma(\gamma-\lambda-\mu)};$$

on a

$$
\begin{aligned}
A&=f(\alpha,\alpha',\beta,\beta'), & B&=f(\beta,\beta',\alpha,\alpha'),\\
C&=f(\alpha,\beta',\beta,\alpha'), & D&=f(\beta,\alpha',\alpha,\beta').
\end{aligned}
$$

» Cette formule (3) doit être rapprochée de celle que donne Gauss (*Werke*, III Bd, p. 220, équation 93).

» III. Les formules précédentes transforment les fonctions hypergéométriques les unes dans les autres. Voici de nouvelles formules qui contiennent une seule de ces fonctions :

$$
(4)\quad \left\{
\begin{aligned}
&F_1(\alpha,\beta,\beta',\gamma,x,y)\\
&\quad =(1-x)^{-\beta}(1-y)^{-\beta'}F_1\left(\gamma-\alpha,\beta,\beta',\gamma,\frac{x}{x-1},\frac{y}{y-1}\right),
\end{aligned}
\right.
$$

$$
(5)\quad \left\{
\begin{aligned}
&F_2(\alpha,\beta,\beta',\gamma,\gamma',x,y)\\
&\quad =(1-x)^{-\alpha}F_2\left(\alpha,\gamma-\beta,\beta',\gamma,\gamma',-\frac{x}{1-x},\frac{y}{1-x}\right)\\
&\quad =(1-y)^{-\alpha}F_2\left(\alpha,\beta,\gamma'-\beta',\gamma,\gamma',\frac{x}{1-y},-\frac{y}{1-y}\right),
\end{aligned}
\right.
$$

d'où

$$
(5)'\quad \left\{
\begin{aligned}
&F_2(\alpha,\beta,\beta',\gamma,\gamma',x,y)\\
&\quad =(1-x-y)^{-\alpha}F_2\left(\alpha,\gamma-\beta,\gamma'-\beta',\gamma,\gamma',\frac{x}{x+y-1},\frac{y}{x+y-1}\right);
\end{aligned}
\right.
$$

et enfin

$$(6)\left\{\begin{aligned}&F_4(\alpha,\beta,\gamma,\gamma',x,y)\\&\quad=\frac{\Gamma(\gamma')\Gamma(\beta-\alpha)}{\Gamma(\beta)\Gamma(\gamma'-\alpha)}(-y)^{-\alpha}F_4\left(\alpha,\alpha+1-\gamma',\gamma,\alpha+1-\beta,\frac{x}{y},\frac{1}{y}\right)\\&\quad+\frac{\Gamma(\gamma')\Gamma(\alpha-\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\gamma'-\beta)}(-y)^{-\beta}F_4\left(\beta,\beta+1-\gamma',\gamma,\beta+1-\alpha,\frac{x}{y},\frac{1}{y}\right),\end{aligned}\right.$$

d'où l'on déduirait une formule analogue en permutant x avec y et γ avec γ'.

» Ces formules se démontrent facilement au moyen des équations différentielles auxquelles satisfont les fonctions F_i, ou bien au moyen des expressions de ces fonctions par des intégrales définies (*Comptes rendus*, t. XC, p. 977). Quelques-unes d'entre elles, comme par exemple (2), s'obtiennent à l'aide des relations connues auxquelles satisfait la série F de Gauss. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur diverses tentatives de démonstration du théorème de Fermat.* Extrait d'une Lettre du **P. Pépin** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Les *Comptes rendus* du 14 juin 1880 renferment une tentative de démonstration du dernier théorème de Fermat, sur laquelle Libri a prononcé depuis longtemps un jugement qu'il n'est peut-être pas inutile de rappeler. Dans son Mémoire *Sur la théorie des nombres,* qui fait partie du Tome IX du *Journal de Crelle,* après avoir démontré que le nombre des solutions des congruences

$$x^3+y^3+1\equiv 0 \quad (\text{mod. } p=3h+1),$$
$$x^4+y^4+1\equiv 0 \quad (\text{mod. } p=4h+1)$$

va en croissant avec le nombre p, il ajoute :

« En général, on pourrait démontrer que, étant donnée la congruence à deux inconnues $x^n+y^n+1\equiv 0$ (mod. p), on pourra toujours assigner une limite de p telle, que, passé cette limite, le nombre des solutions de cette congruence ira toujours en augmentant. Ce théorème n'est pas sans importance pour parvenir à la démonstration de l'impossibilité de résoudre l'équation $u^n+v^n=z^n$ en nombres entiers, car il prouve que l'on tenterait en vain de démontrer cette impossibilité en voulant établir que, si cette équation était résoluble, l'une des inconnues serait divisible par une infinité de nombres premiers. Nous faisons cette

observation parce que nous avons des motifs de croire que plusieurs analystes ont tenté ce genre de démonstration. »

» L'assertion de Libri est facile à justifier pour l'exposant 3. Si l'on désigne par α, α_1, α_2, ... les résidus cubiques du nombre $p = 3h + 1$ compris parmi les nombres $1, 2, 3, \ldots, p-1$, la congruence

$$\alpha + \alpha_1 + 1 \equiv 0 \pmod{p}, \tag{1}$$

en supposant p premier, admet un nombre de solutions exprimé par la formule

$$n = \frac{p + L - 8}{9}, \tag{2}$$

où l'on désigne par L la racine positive ou négative du carré L^2 dans l'équation $4p = L^2 + 27M^2$. Or, à chaque solution de la congruence (1) correspondent neuf solutions de la congruence

$$x^3 + y^3 + 1 \equiv 0 \pmod{p}. \tag{3}$$

On les obtient en combinant les trois solutions de la congruence $x^3 \equiv \alpha \pmod{p}$ avec les trois solutions de la congruence $x^3 \equiv \alpha_1 \pmod{p}$. Le nombre des solutions de la congruence $x^3 + y^3 + 1 \equiv 0 \pmod{p}$ en nombres entiers, positifs et inférieurs à p, est donc

$$N = p + L - 8, \tag{4}$$

et le signe de L est déterminé par la formule $L \equiv 1 \pmod{3}$. Soit $p = 7$;

$$4 \times 7 = 1^2 + 27.1^2, \quad L = 1, \quad N = 0.$$

Soit $p = 13$;

$$4 \times 13 = 5^2 + 27.1^2, \quad L = -5, \quad N = 0.$$

Ainsi les deux nombres premiers 7 et 13 ne peuvent diviser la somme de trois cubes sans diviser l'un de ces cubes. Mais ils sont les seuls nombres premiers $3h + 1$ qui jouissent de cette propriété, car on a évidemment $L > -2\sqrt{p}$, $N > \sqrt{p}(\sqrt{p} - 2) - 8$, et le second membre de cette inégalité est positif à partir de $p = 19$. Si p est > 121, on a $N > 91$, et ce nombre croît en même temps que p.

» La formule (2), qui nous sert de fondement dans cette démonstration, est une conséquence immédiate de celles par lesquelles Gauss effectue le partage des racines de l'équation $\frac{x^p - 1}{x - 1} = 0$ en trois périodes (*D. A.*, art. 338).

Elle se trouve démontrée directement et de différentes manières dans mon Mémoire *Sur les résidus cubiques* (*Journal de Mathématiques de M. Resal*, t. II, p. 319) et dans une Note des *Comptes rendus* (t. LXXIX, p. 1407). »

SPECTROSCOPIE. — *Observation faite sur un groupe de raies dans le spectre solaire.* Note de M. L. THOLLON, présentée par M. E. Mouchez.

« A la fin de l'hiver dernier, je me suis occupé d'organiser une installation pour les observations spectroscopiques sur la montagne où se construit actuellement le magnifique Observatoire de Nice. Mes études sur le Soleil, commencées vers le milieu de mai, se sont continuées jusqu'aux premiers jours de juillet. Bien que la saison ait été des plus défavorables, les résultat obtenus avec mon appareil à grande dispersion m'ont offert une sorte de compensation; ils seront exposés dans une prochaine Note. Pour le moment, je me bornerai à appeler l'attention de l'Académie sur une particularité fort remarquable que m'a présentée un groupe de quatre raies, situées dans l'orangé.

» La *fig.* 1 représente ce groupe tel qu'on le voit dans mon appareil le matin ou le soir, quand le centre de l'image solaire se trouve sur la fente. Les deux raies b, c appartiennent au fer. Leurs longueurs d'onde, déterminées par M. Thalén, sont

$$b = 5976,1,$$
$$c = 5974,6.$$

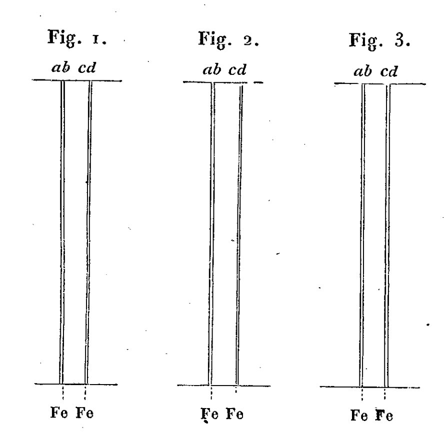
Les deux autres sont telluriques, et, d'après mes mesures, elles auraient pour longueurs d'onde

$$a = 5976,35,$$
$$d = 5974,36.$$

Les différences $a - b = 0,25$ et $c - d = 0,24$ représentent les intervalles ab et cd, qui sont presque égaux.

» Supposons maintenant qu'on déplace l'image solaire et que l'on amène sur la fente l'extrémité orientale de son diamètre équatorial; si le mouvement de la source lumineuse peut modifier la longueur d'onde des radiations qu'elle émet, il est évident que les raies du fer se déplaceront de gauche à droite, tandis que les raies telluriques conserveront une position invariable. Ce déplacement, facile à calculer, sera représenté par

le nombre 0,04, qu'il faudra ajouter à 0,25 et retrancher de 0,24, ce qui donne $ab = 0,29$ et $cd = 0,20$. Ces deux intervalles, primitivement égaux, seront à très peu près dans le rapport de 3 à 2. L'effet inverse aura lieu si l'on observe le bord occidental du Soleil. Or, ce que prévoit la théorie se réalise expérimentalement sur ces quatre raies avec une précision, une netteté qui ne laissent pas le moindre doute. On voit, dans les *fig.* 2 et 3,



l'aspect que prend le groupe dans les deux cas. Plusieurs savants ont bien voulu vérifier le fait à l'Observatoire de Paris : ils se sont tous accordés à affirmer qu'il est d'une évidence absolument incontestable.

» Pour que le phénomène soit bien visible, il ne faut pas que les intervalles *ab*, *cd* soient trop grands, car le rapport $\frac{ab}{cd}$ resterait sensiblement égal à l'unité; ils ne doivent pas être trop petits, car on ne les distinguerait plus suffisamment; les raies doivent avoir à peu près la même intensité, une grande finesse et une netteté parfaite; enfin il est nécessaire que les raies du fer soient toutes deux internes ou toutes deux externes. Ces nombreuses conditions se trouvent remplies d'une manière tout à fait surprenante dans le groupe que je signale à l'attention des savants. Il serait difficile d'imaginer un assemblage plus heureux et mieux proportionné pour rendre très visible un phénomène si délicat. Grâce à cette particularité, une des lois les plus importantes de l'Astronomie physique peut être soumise journellement à toutes les vérifications, à tous les contrôles. L'expérience, par sa simplicité même, échappe à toute objection ; elle n'a pas recours à l'emploi de deux faisceaux lumineux, qui, n'entrant pas dans le collimateur dans des conditions identiques, peuvent produire et produisent quelquefois des effets de parallaxe propres à fausser entièrement

les résultats; elle se prête aux mesures les plus rigoureuses et n'exige aucun dispositif spécial. Si l'on considère qu'elle vient à l'appui d'expériences célèbres faites par d'illustres savants, il doit être permis de considérer la formule de M. Fizeau comme entièrement démontrée pour la lumière aussi bien que pour le son.

» En terminant cette Note, je dois adresser tous mes remercîments à l'Académie, qui a bien voulu me confier un de ses sidérostats, à M. le contre-amiral Mouchez, qui m'a prêté un excellent objectif de 12 pouces, et à M. Bischoffsheim, qui, avec une noble libéralité, a fait tout son possible pour faciliter mon installation au mont Gros. »

PHYSIQUE. — *Sur la cause des variations des points fixes dans les thermomètres.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel. (Extrait.)

« .... Il ne sera pas inutile de citer quelques expériences, qui réduisent à un rôle nul ou très petit la part de la pression dans l'élévation permanente du point zéro.

» Un thermomètre (n° VII) qui est rempli d'azote, et qui a un excès de pression intérieure à 355°, a montré à cette température la même élévation du zéro que d'autres thermomètres privés d'air. Si l'on soustrait un thermomètre à la pression extérieure de l'atmosphère, en le renfermant dans un tube privé d'air, et qu'on le chauffe, on obtient le même résultat. On obtient également une contraction du vase et une élévation du point zéro, tout à fait semblable à celle d'un thermomètre ordinaire à mercure, quand on chauffe à la même température un thermomètre à poids, ouvert à l'air. Une preuve plus frappante encore que la contraction du verre est indépendante de la pression consiste dans l'élévation des points zéro dans les thermomètres à gaz, sous un fort excès de pression intérieure. Je ne connais qu'une seule donnée sur ce sujet; elle s'applique à un grand ballon épais que Regnault a soumis à un calibrage indirect, avant et après l'avoir chauffé à 511°, sous une pression intérieure surpassant celle de l'atmosphère. Il s'attendait à trouver une augmentation de volume, mais on peut déduire de ses chiffres une diminution, dans la proportion de 10000 : 9975. Cette expérience est très importante, puisqu'elle indique, avec toute la précision que Regnault savait apporter à ses travaux, que les grands ballons épais subissent, à une très haute température, les mêmes transformations que l'on peut observer à des températures inférieures avec

les boules minces des thermomètres à mercure. J'ai souvent eu l'occasion d'observer une élévation du point zéro dans les thermomètres à gaz, et je peux mentionner deux instruments en verre ordinaire, qui, chauffés huit heures dans le soufre bouillant, ont montré, à un calibrage indirect, une contraction de la boule de 0,0028 et de 0,0033, quoique la pression intérieure fût de $0^m,8$ et de $0^m,9$ en excès sur la pression extérieure.

» On peut conclure de ces expériences que *le verre soufflé à la lampe et exposé pendant longtemps à l'action de la chaleur diminue de volume par suite d'un travail intérieur, et il n'est pas démontré que la pression joue un rôle quelconque dans le phénomène.*

» La théorie émise par Despretz pour expliquer la dépression temporaire du point zéro peut être appliquée aussi à expliquer l'élévation permanente du zéro, et elle sert à rendre compte de l'anomalie apparente de l'action de la chaleur, qui produit deux effets en sens contraires. Cet auteur dit :

« Toutes les fois que les molécules d'un corps solide éprouvent un déplacement par une cause mécanique, comme la pression, la traction ou la torsion, par une cause physique, comme une élévation ou un abaissement de température, elles ne reprennent pas exactement leurs positions primitives lorsqu'elles sont soustraites à ces causes, c'est-à-dire que, si le volume a été diminué ou augmenté d'une manière plus ou moins considérable par une force quelconque, il reste plus ou moins longtemps diminué ou augmenté après que cette force a cessé d'agir. »

» Ainsi, on peut conclure que les particules du verre écartées au soufflage ne reviennent pas immédiatement à leur position normale à une température inférieure; on observe, pendant quelque temps, des perturbations, et ensuite le verre peut rester très longtemps (indéfiniment?) dans un état de tension à la température ordinaire. L'action de la chaleur, à une température donnée (355° par exemple), en donnant une plus grande mobilité aux particules, favorise leur retour à la position normale et donne lieu à une contraction; mais le verre, en se refroidissant à partir de cette dernière température, retient une partie de l'écartement propre à 355°. En chauffant de nouveau à une température inférieure (à 300° par exemple), on produit une nouvelle diminution de volume, et ainsi de suite, de sorte qu'un refroidissement très lent, qui produit successivement tous ces effets sur les particules du verre, doit amener le plus grand rapprochement à l'état normal, et par conséquent la plus grande stabilité.

» La théorie de Despretz fut proposée pour expliquer pourquoi une augmentation de volume, c'est-à-dire une dépression temporaire du zéro, est

produite par un chauffage à 100°, et M. Lowenlurz a démontré que cette dépression disparaît pendant un refroidissement très lent. On simplifie la discussion de ces phénomènes, si l'on envisage l'élévation permanente du zéro, que l'on observe à 200°, 300° ou 355°, comme la disparition d'une augmentation de volume (dépression du zéro) produite à la température du ramollissement du verre, et l'on observe la marche d'une dépression temporaire correspondant à une température donnée dans des conditions plus favorables, en écartant préalablement la tendance à une élévation du zéro. Je ne me suis pas spécialement occupé de ce sujet, mais je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques observations faites pendant ces recherches.

» La loi établie par M. Pernet pour les températures comprises entre 0° et 100°, d'après laquelle les dépressions du zéro sont proportionnelles aux carrés des températures, n'est pas vraie à de hautes températures. Un thermomètre, par exemple, qui donne une dépression de 0°,3 après une longue exposition à 100°, devrait donner à 355° une dépression de 3°,8. Les dépressions que l'on observe sont bien moins considérables.

» On peut préparer un thermomètre en le chauffant plus ou moins longtemps à diverses températures et en refroidissant lentement ou brusquement, ou par une période de repos, de manière à faire baisser ou monter son point zéro de quelques dixièmes de degré après qu'il a été chauffé une demi-heure à 100°, et l'élévation ou la dépression peut être produite à volonté, en se guidant par les vues théoriques proposées plus haut.

» Il est surtout important de déterminer si la plus grande stabilité, amenée par une longue exposition à une haute température et un refroidissement lent, correspond avec une plus petite dépression temporaire du zéro. Ce résultat paraît avoir été obtenu avec les thermomètres en cristal; mais plusieurs des thermomètres en verre de soude se sont montrés peu modifiés à cet égard. Le thermomètre n° VIII, mentionné dans la Communication précédente, a une échelle divisée en dixièmes de degré, qui permet d'estimer avec une lunette le centième de degré. On l'a fait fabriquer avec un large réservoir supérieur, pour pouvoir le chauffer à 355°, et c'est ce thermomètre qui a servi spécialement à étudier l'effet d'un long chauffage sur la dépression temporaire du zéro. Après quelques mois de repos, la dépression avant et après le chauffage présente à peu près la même valeur, c'est-à-dire 0°,3 ou 0°,4. Dix-neuf jours après le chauffage à 355°, en chauffant une demi-heure à 100°, on a diminué la plus grande tension produite à 355°, et l'on a obtenu une élévation du point zéro, de 0°,21, au lieu d'une dépression. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique rapide.* Note de M. **J. Boussingault**, présentée par M. Chevreul. (Extrait.)

« Parmi les vins provenant de l'Exposition internationale, remis au laboratoire de l'Institut agronomique par une décision du Ministre de l'Agriculture et du Commerce, il en est dans lesquels le dosage de la glycérine a présenté de sérieuses difficultés, à cause d'une teneur exceptionnelle en matières sucrées. Ces vins, évaporés dans le vide, laissent un résidu abondant, visqueux, résistant aux agents employés pour en dégager la glycérine et l'acide succinique. Il était donc nécessaire d'en éliminer le sucre. La fermentation était le moyen indiqué, si ce n'avait été sa lenteur.

» Le Rancio des Pyrénées-Orientales (renfermant pour 100 : sucre réducteur, $18^{gr},9$; alcool en volume, $20^{cc},0$) en est une preuve.

» Dans 100^{cc} de ce vin additionnés d'un égal volume d'eau, on introduisit 6^{gr} de levûre fraîche. La fermentation ne tarda pas à se manifester; assez active d'abord, elle se calma bientôt. Le quatrième jour, le liquide était éclairci, il ne se dégageait plus d'acide carbonique. Il restait cependant encore du sucre, et il fallut à deux reprises faire intervenir 3^{gr} de levûre pour le faire disparaître, ce qui n'eut lieu que le neuvième jour, la température étant de 20° à 22°.

» On pouvait attribuer cette inertie à la forte proportion d'alcool déjà contenue dans le Rancio, augmenté de l'alcool formé. En effet, M. Chevreul a démontré qu'une des causes de la lenteur progressive d'une fermentation est due au développement de l'alcool paralysant les propriétés de la levûre. Aussi, en expulsant par l'action du vide l'alcool, la destruction du sucre est-elle bien plus prompte.

» Pour accélérer la disparition du sucre par une fermentation intensive, on a fait une série d'expériences dont le point de départ a été un travail de M. Dumas ([1]). On savait qu'une fermentation est d'autant plus active qu'elle est provoquée par une plus forte quantité de levûre. M. Dumas a montré qu'au delà d'une certaine limite le ferment ajouté n'exerce plus d'action. De plus, M. Dumas a reconnu, la levûre étant en excès, que la durée d'une fermentation est proportionnelle à la quantité de sucre. Dans cet ordre d'idées, on entreprit des recherches ayant pour

---

([1]) Dumas, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. III.

but d'éliminer l'alcool et l'acide carbonique pendant la fermentation; on opéra sur le Rancio, contenant : sucre réducteur, $18^{gr},9$; alcool en volume, $20^{cc},0$. Dans un ballon on introduisit :

Vin.	100^{cc}
Eau.	100^{cc}
Levûre fraîche.	15^{gr}

» Le vase fut établi dans un bain-marie chauffé à 40° et mis en communication avec une machine pneumatique. La fermentation commencée, on raréfia l'air jusqu'à l'ébullition du liquide, la vapeur alcoolique étant condensée dans un récipient plongé dans de la glace. Six heures après il n'y avait plus de matières sucrées. Dans les conditions ordinaires on a vu que cette disparition n'avait eu lieu qu'après quelques jours.

» La destruction rapide de la matière sucrée est due en grande partie à l'expulsion de l'alcool et de l'acide carbonique effectuée pendant la fermentation; on ne saurait l'attribuer uniquement à la température, à la forte dose de levûre. C'est ce qui ressort de plusieurs expériences conjuguées, consistant à faire agir simultanément sur des quantités égales de vins sucrés les mêmes doses de levûre, l'une dans un ballon A où l'on faisait le vide, l'autre dans un ballon B fermé par un tube effilé, où la fermentation avait lieu à la pression ordinaire. Les deux ballons, plongeant dans le même bain-marie, avaient la même température.

» Dans A, où l'air était très raréfié, la levûre dans le liquide ne restait plus en contact avec l'alcool, tandis qu'en B elle fonctionnait au sein d'un liquide contenant des quantités croissantes d'alcool, quelquefois assez fortes pour entraver et même pour empêcher son action....

» Il devenait intéressant de constater directement l'affaiblissement du pouvoir fermentescible de la levûre sur une matière sucrée mise dans de l'alcool à divers degrés :

» I. Dans 100^{cc} d'alcool à 50°, à 25°, renfermant 1^{gr} de glucose, on a mis 4^{gr} de levûre fraîche. Température : 22°. Il n'y eut pas fermentation. Après soixante heures, glucose : 1^{gr}.

» II. 100^{cc} d'alcool à 15° et 1^{gr} de glucose dans 100^{cc} d'eau ont donné

	Glucose dosé.	
	Dissolution alcoolique.	Dissolution aqueuse.
	gr	gr
A 9^h.	1,00	1,00
A midi.	0,81	0,57
A 3^h.	0,74	0,00
A 6^h.	0,72	0,00

» En six heures, le sucre avait disparu de la solution aqueuse, tandis qu'il en restait encore $0^{gr},74$ dans la solution alcoolique.

» Dans une fermentation rendue rapide par une élévation de température, l'addition d'une forte dose de levûre, la diminution de pression, le sucre produit autant d'alcool que dans une fermentation normale.

» Dans les produits de la fermentation alcoolique rapide, se produit-il de la glycérine, de l'acide succinique? Cette constatation offrait d'autant plus d'intérêt, que M. Pasteur, en faisant fermenter le sucre dans les conditions les plus variées, n'a jamais pu s'opposer à la formation de ces substances, que quelques personnes étaient portées à considérer comme des produits accessoires dus à une action ultérieure du ferment sur l'alcool; or, dans les fermentations rapides exécutées à une pression assez faible pour que l'ébullition expulse du liquide l'alcool et l'acide carbonique au fur et à mesure qu'ils apparaissent, on ne saurait invoquer une telle origine.

» On faisait fermenter rapidement à une basse pression les matières sucrées avec la levûre, et, parallèlement, on mettait dans un appareil semblable la même quantité de levûre délayée dans le même volume d'eau. Dans les deux cas, l'ébullition avait lieu à la même pression, à la même température, pendant des temps égaux.

» On dosait ensuite la glycérine dans le liquide où le sucre avait été détruit par la fermentation et dans le liquide n'ayant reçu que de la levûre.

» La glycérine trouvée dans le liquide sucré, après la fermentation, moins la glycérine de la levûre, donnait la glycérine produite pendant la fermentation.

» Dans deux expériences, on obtint de la fermentation de 100^{gr} de sucre $2^{gr},9$ et $2^{gr},5$ de glycérine. On a reconnu la présence de l'acide succinique. Ces nombres sont compris dans ceux adoptés par M. Pasteur : 2,5 à 3,6 de glycérine pour 100 de sucre ayant fermenté sous l'influence de la levûre de bière....

» Ces expériences permettent de conclure que la glycérine apparaît pendant la fermentation rapide. On peut se demander si les produits accompagnant généralement l'alcool, tels que l'alcool méthylique, l'aldéhyde, etc... ne se forment pas en plus fortes proportions. Cette question restait en dehors du but qu'on s'était proposé, celui de faciliter l'analyse des vins très sucrés, en signalant ce fait curieux d'une fermentation accomplie dans un liquide en ébullition, sous une pression assez faible pour

que la chaleur n'altère pas l'organisme du ferment et suffisante cependant pour expulser l'alcool et l'acide carbonique. »

SPECTROSCOPIE. — *Examen spectral du thulium.* Note de M. **R. Thalén**, présentée par M. Cornu.

« J'ai soumis à l'examen spectroscopique quelques solutions aqueuses, reçues de M. Clève, qui devaient contenir le nouveau métal *thulium* et j'en ai étudié le spectre d'absorption, celui d'émission et enfin les raies spectrales brillantes qu'a produites l'étincelle d'induction.

» Pour les observations sur l'absorption j'ai employé deux solutions concentrées du nitrate, dont l'une, d'une couleur rose, fut annoncée comme riche en *erbium*, l'autre, presque incolore, riche en *thulium*. En comparant entre eux les deux spectres d'absorption, j'ai trouvé que la plupart des bandes ont été, par rapport à leurs positions moyennes, identiques pour les deux spectres, tandis que leur intensité aussi bien que leur largeur ont varié beaucoup selon la nature de la solution employée. Ainsi, dans le spectre du thulium, où toutes les autres bandes sont beaucoup plus faibles et plus minces que les bandes correspondantes dans le spectre de l'erbium, on observe deux bandes très larges, d'une intensité très notable. La bande la plus noire, indiquée déjà dans la première Communication qu'a faite M. Clève sur ce sujet [1], est située entre les raies fraunhofériennes C et B, et très voisine de B ($\lambda = 6840$), lorsque la solution est diluée; mais, dans le cas d'une solution concentrée, elle s'étend au delà de B et s'avance presque jusqu'à la raie *a* ($\lambda = 6800$-7070). Cette bande se distingue en ce que, toutes choses égales d'ailleurs, elle conserve parfaitement son obscurité, même quand on augmente beaucoup la dispersion du spectroscope. L'autre bande, située dans le bleu ($\lambda = 4650$), se présente très large et assez noire dans les faibles spectroscopes, tandis qu'elle s'atténue beaucoup si la dispersion devient un peu grande. Ces deux bandes, surtout la première, doivent, il nous semble, être attribuées au thulium.

» Quant aux autres bandes, qui appartiennent toutes à l'erbium, je me dispense d'en donner ici les mesures que j'ai reprises. Comme on le sait bien, l'aspect des bandes d'absorption change beaucoup soit avec le degré de

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 479.

concentration et l'épaisseur du liquide absorbant, soit en conséquence de la dispersion plus ou moins grande du spectroscope employé. Il suffira donc de renvoyer aux valeurs déjà données soit par moi (*loc. cit.*), soit par MM. Bahr et Bunsen [1], dont les mesures concordent assez bien avec les miennes.

» Pour le spectre d'émission et celui qu'a produit l'étincelle d'induction, je me suis servi des chlorures de l'erbium et du thulium les plus purs que m'ait pu préparer M. Clève.

» En calcinant dans la flamme non lumineuse du gaz une petite perle de borax, mouillée de la solution du chlorure soit de l'erbium, soit du thulium, j'ai vu la perle luire d'une lumière verdâtre assez intense, dont le spectre se composa en général des bandes lumineuses observées déjà par Bahr (*loc. cit.*). Mais, en comparant soigneusement entre eux les spectres que donnent les deux chlorures mentionnés, j'ai trouvé sous quelques rapports des différences notables. D'abord, le spectre du thulium contient deux bandes nouvelles, dont l'une, très large et très intense, coïncide exactement avec la bande noire d'absorption dans la partie rouge du spectre citée ci-dessus, tandis que l'autre, située dans le bleu ($\lambda = 4760$), n'a pas de bande noire correspondante. D'un autre côté, je n'ai vu aucune trace de la bande lumineuse ($\lambda = 4650$) qui devait correspondre à la bande d'absorption déjà nommée, quoique cette bande lumineuse se montre assez intense dans le spectre d'irradiation qui est dû à l'erbium. C'est pour cela qu'on pourra mettre en doute si la bande noire ($\lambda = 4650$) appartient réellement au thulium ou non. Cependant, si l'on admet au moins que la bande rouge ($\lambda = 6840$) est propre au thulium, il s'ensuit que ce métal jouit, aussi bien que les métaux erbium et didyme, de la propriété très remarquable de donner un spectre d'émission.

» Enfin, dans le spectre lumineux produit par l'étincelle d'induction, j'ai trouvé plusieurs des raies brillantes appartenant à l'ytterbium et par intervalles j'ai vu aussi quelques-unes des raies de l'erbium, qui pourtant, dans ce cas, n'ont brillé qu'un instant. Mais, outre cela, j'ai observé aussi une quinzaine de raies qu'on doit attribuer réellement au thulium. Ces raies sont presque toutes d'une faible intensité, mais elles suffiront néanmoins, je le pense, à caractériser le corps en question.

» Voici les longueurs d'onde des raies brillantes du thulium, que j'ai observées au moyen de trois prismes en flint de 60°.

---

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie* von Wöhler, etc., Bd 137, p. 1; 1866.

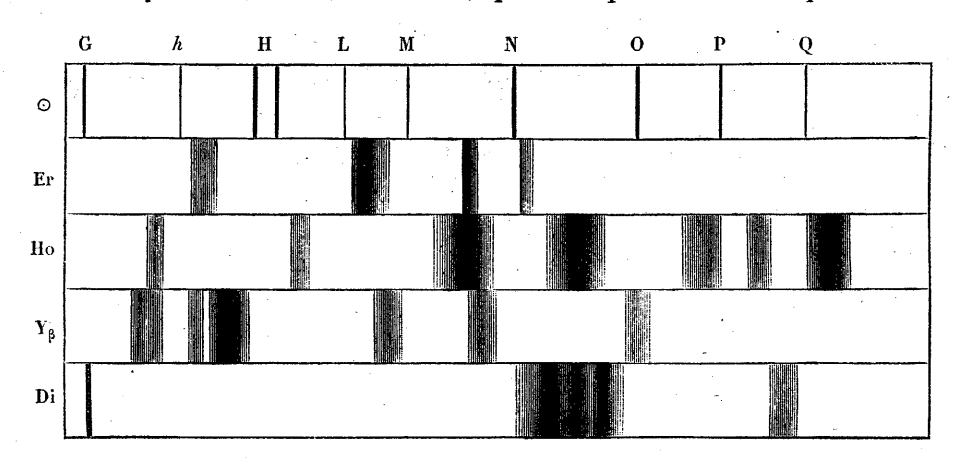
Longueur d'onde.	Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.
5961,5....	6	5033,5....	3	4481,0....	5	4204,0...	5
5896,0 (1).	2	4733,0....	6	4386,5....	4	4187,5...	5
5675,0....	4	4615,0....	5	4359,5....	4	4106,5...	6
5305,7....	2	4522,0....	4	4241,5....	5	4093,0...	6

» En résumé, les divers faits spectroscopiques que nous venons de mentionner mettent en évidence, il me semble, l'existence du nouveau métal *thulium*, quoique les chimistes, il faut bien l'avouer, n'aient pas réussi encore à le séparer des deux autres corps, l'ytterbium et l'erbium, avec lesquels il se trouve jusqu'à présent mélangé. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'absorption des métaux faisant partie des groupes de l'yttria et de la cérite.* Note de M. **J.-L. Soret.**

« Il a été fait récemment d'importants progrès dans la connaissance des métaux des groupes de l'yttria et de la cérite, et, grâce à l'obligeance de M. Marignac, qui a bien voulu me permettre d'examiner un grand nombre de ses produits, j'ai pu compléter mes observations précédentes sur leurs propriétés d'absorption spectrale.

» Je ne parlerai, dans cette Note, que des quatre métaux qui donnent



lieu à un spectre d'absorption caractérisé par plusieurs raies ou bandes, dans les limites d'étendue du spectre solaire. Je donne le dessin approxi-

(1) Cette raie a été observée déjà en 1873 dans le spectre de l'erbium de M. Höglund.

matif de ces spectres pour la partie violette et ultra-violette, qui est très caractéristique ([1]).

» I. *Erbium.* — J'ai peu de chose à ajouter à ce que j'ai dit précédemment sur ce corps. En résumé, une étude attentive m'a permis de conclure que de la liste des raies antérieurement attribuées à cet élément (voir Lecoq de Boisbaudran, *Spectres lumineux*) il faut retrancher celle du rouge, $\lambda = 683,7$, qui se comporte d'une manière toute spéciale (thulium) et trois raies, $\lambda = 640,5$, $536,3$, $485,5$, qui appartiennent au métal suivant (holmium, X). D'autre part, il faut ajouter deux raies qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été signalées : l'une très légère, difficile à distinguer, se trouve dans le bleu, $\lambda = 468$; l'autre, étroite et assez facile à reconnaître à la lumière du gaz, est dans l'indigo, $\lambda = 442$.

» Le dessin que je donne de la partie la plus réfrangible du spectre de l'erbium se rapporte à un chlorure contenant une forte proportion d'autres métaux, particulièrement d'ytterbium. Il n'y a nul doute que les raies seraient plus accentuées avec l'erbium pur.

» II. *Holmium* (terre X). — Je crois avoir bien démontré l'existence d'un métal accompagnant presque constamment l'erbium, et que j'avais provisoirement désigné par X. M. Delafontaine l'avait d'abord considéré comme identique au *philippium*; puis, dans des recherches ultérieures et récentes ([2]), il a reconnu que ces deux corps sont différents et qu'en particulier le philippium ne donne pas lieu à un spectre à raies d'absorption. L'examen du spectre de l'erbium a aussi conduit M. Clève à signaler un élément pour lequel il a proposé le nom d'*holmium*, mais dont il a postérieurement reconnu l'identité avec le métal X ([3]).

» Je serais peut-être fondé à réclamer le droit de choisir un nom nouveau pour cet élément qui, aujourd'hui, ne peut plus être confondu avec le philippium, et dont j'ai, le premier, établi l'existence d'après l'étude spectrale; mais ce serait là, je pense, introduire une confusion de plus dans un sujet déjà fort complexe, et, d'accord avec M. Marignac, j'adopte définitivement le nom d'*holmium*, proposé par l'habile chimiste suédois.

([1]) Chlorures dissous dans 50^{cq} d'eau, sous $0^{\text{m}},01$ d'épaisseur. Dans la partie supérieure du dessin est indiquée la position des principales raies solaires.

([2]) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, mars 1880.

([3]) *Comptes rendus*, 1[er] septembre et 27 octobre 1879.

» Voici la liste des raies d'absorption qui caractérisent l'holmium :

Rouge extr.	$\lambda = 804$ (?)	très forte.
»	753	faible (nouv.
Rouge.....	640,4	très caractéristiques.
Jaune vert.	536,3	
Vert bleu..	485,5	jusqu'ici attribué à Er.
Bleu (?)....	474,5	t. faib., néb.
Bleu indigo.	453 à 449	coïncide av. une raie de Er.
Indigo (?)..	430	douteuse.

Violet	η	414,5	Voir le dessin.
Ultra-violet solaire	λ	389 à 387	
»	ν	368 à 360	
»	ω	347 à 353	
»	ϖ	340 à 336	
»	χ	332,5	
»	ρ	327	
Ultra-violet extrême		270 à 240	large bande
»		219,5	étr., coïnc. av. 25Cd.

» Dans les nombreux produits que j'ai examinés, ces raies m'ont constamment paru se comporter de même ; elles s'affaiblissent ou se renforcent simultanément, suivant la richesse de la solution. Elles forment un groupe bien déterminé, parfaitement distinct de celui des raies de l'erbium. Ces faits, confirmés par les observations de M. Clève, de M. Lecoq de Boisbaudran et de M. Delafontaine, mettent hors de doute l'existence de l'holmium comme élément.

» III. *Terre* Y_β (Marignac), *samarium* (Lecoq de Boisbaudran), *décipium* (?) (Delafontaine). — Le samarium est, sans aucun doute, identique au métal que M. Marignac désigne provisoirement par Y_β pour réserver les droits de M. Delafontaine à la découverte de ce corps, avec lequel il est fort possible que se confonde le décipium décrit par ce dernier chimiste [1].

» Je ne puis que confirmer l'exactitude de la description que M. Lecoq de Boisbaudran a donnée de la partie la moins réfrangible du spectre jusqu'au violet. La partie violette et ultra-violette est représentée dans le dessin. On y observe :

» 1° Dans le violet, une bande η étudiée aussi par M. Lecoq de Boisbaudran, $\lambda = 419$ à 415 ; elle m'a paru présenter deux maxima d'intensité.

» 2° Une bande plus étroite θ', un peu plus réfrangible que h, $\lambda = 408$ à 406 ; elle se distingue facilement.

» 3° Une bande θ, d'une énorme intensité, un peu moins réfrangible que H, très caractéristique. Elle coïncide avec la bande beaucoup moins marquée que j'avais précédemment signalée à cette place, soit dans le terbium, soit dans le didyme extrait de la cérite. Il me pa-

[1] Voir le Mémoire de M. Marignac (*Archives des Sciences physiques*, mai 1880).

raît maintenant certain que ces derniers produits contenaient une petite proportion de la nouvelle terre, se manifestant par une trace de la bande θ.

» 4° La raie μ, que j'avais précédemment attribuée au didyme, appartient également à la nouvelle terre. Son centre tombe entre les deux premières des quatre raies principales du groupe solaire M ; elle s'étend environ de $\lambda = 376$ à $\lambda = 372$; elle est forte, mais cependant moins apparente que θ.

» 5° Une raie ν, $\lambda = 364$ à 360, un peu avant N, d'intensité et d'apparence à peu près semblables à la précédente.

» 6° Une raie analogue ω, dont le centre coïncide avec la raie solaire O ; elle est d'une observation un peu moins facile, parce que le spectre est généralement affaibli dans cette région ainsi que dans l'ultra-violet extrême.

» IV. *Didyme.* — J'ai dit plus haut que deux des raies que j'avais signalées comme faisant partie du spectre du didyme appartiennent, en réalité, au métal précédent. J'ajoute que j'ai vérifié l'absence de ces deux raies sur des solutions de didyme soigneusement purifiées par M. Lecoq de Boisbaudran. Ainsi, dans la partie violette et ultra-violette, les raies du didyme se réduisent à la raie fine, un peu après G, $\lambda = 427,5$; à la large bande entre N et O, présentant deux maxima principaux d'intensité, $\lambda = 353$ et $\lambda = 348$; enfin à la bande plus pâle $\lambda = 330,5$ à $328,5$, un peu avant Q. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur l'erbine.* Note de M. **P.-T. Clève**, présentée par M. Wurtz.

« La vraie erbine, caractérisée par son spectre d'absorption et par sa belle couleur rouge, a enfin, après un travail excessivement long et pénible, pu être obtenue dans un degré de pureté assez grand pour permettre la détermination exacte de son poids moléculaire. La méthode dont je me suis servi consiste dans la décomposition partielle des azotates par la chaleur. Je n'ai pu trouver encore un autre procédé. L'erbine la plus pure que j'aie pu obtenir montrait encore des traces des raies d'absorption de la thuline et de la terre X (ou holmine). J'ai fait de longues, mais vaines tentatives, pour les séparer complètement. Il n'a pas été difficile de séparer complètement l'une de ces terres, mais on n'y réussit qu'en sacrifiant une quantité considérable de matière, et dans l'erbine ainsi débarrassée d'une des autres terres on rencontre encore des traces de l'autre; or, pour la séparation de cette dernière, la quantité que je possédais n'était pas suffisante. La quantité d'erbine vraie qui se trouve dans l'erbine ancienne n'est pas si considérable que celle de l'ytterbine, qui formait la majeure partie de l'erbine obtenue par MM. Bunsen, Höglund, etc.

» Les traces de thuline et de la terre X contenues dans mon erbine n'ont pu exercer aucune influence appréciable sur le poids atomique. J'ai divisé la terre, par la décomposition partielle de son azotate, en quatre fractions et j'ai déterminé le poids moléculaire des deux fractions extrêmes. La première a donné pour le métal (Ër) le poids atomique 166,25; la dernière 166,21 et 166. Plusieurs fois j'ai obtenu le nombre 166 par la détermination du poids atomique des fractions les plus pures. Je crois que ce nombre est exact ou qu'il ne diffère de la vérité que par quelques dixièmes d'unité. Il ne diffère d'ailleurs du poids atomique de l'ytterbium ou 173 que par 7 unités.

» L'oxyde d'erbium est une poudre de la plus belle et pure couleur rose, et il la conserve même après une forte calcination. Il se dissout lentement dans les acides, pourvu qu'ils ne soient très concentrés. Son poids spécifique est, d'après une détermination de M. Petterson, 8,64. Ses sels possèdent aussi une très belle et intense couleur rouge.

» L'*azotate*, $Er^2(AzO^3)^6 + 10H^2O$, forme de grands cristaux, inaltérables à l'air.

» Le *sulfate* cristallise avec $8H^2O$.

» Le *sulfate double potassique*, $Er^2K^2(SO^4)^4 + 4H^2O$, est très soluble dans l'eau froide.

» Le sel correspondant ammoniacal, $Er^2(AzH^4)^2, 4SO^4 + 8H^2O$, est aussi soluble.

» Le *sélénite*, $Er^2O^3, 4SeO^2 + 5H^2O$, se précipite en forme cristalline par l'addition de l'alcool aux solutions mélangées de l'acide sélénieux et de l'azotate d'erbium.

» L'*oxalate*, $Er^2(C^2O^4)^3 + 9H^2O$, se précipite d'une solution acide et chaude en cristaux rouges, microscopiques.

» Le *formiate* se forme par l'addition de l'oxyde d'erbium à l'acide formique bouillant. C'est une poudre rouge à peine cristalline. Ce sel est anhydre et se dissout lentement dans l'eau. Cette solution donne, par l'évaporation sur l'acide sulfurique, une masse visqueuse qui se solidifie après quelque temps. Si l'on abandonne la solution à l'évaporation spontanée à l'air, on obtient de beaux cristaux rouges du formiate hydraté,

$$Er^2(CHO^2)^6 + 4H^2O.$$

» *Le platinocyanate*, $Er^2Pt^3(CAz)^{12} + 21H^2O$, cristallise comme le sel d'yttrium, en prismes rouges, montrant sur quelques faces des reflets violets, sur les faces prismatiques et pyramidales une couleur verte métallique.

» La composition du sélénite, des sulfates doubles de potassium et d'ammonium, ainsi que la quantité d'eau que contient le sulfate simple, prouve que l'oxyde d'erbium doit être écrit Er^2O^3. »

SPECTROSCOPIE. — *Mesure de l'intensité de quelques raies obscures du spectre solaire.* Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« Dans une Note antérieure (¹), j'ai donné une méthode de mesure de l'intensité des raies obscures en unités absolues. L'application de cette méthode au spectre solaire m'a donné les résultats qui suivent; l'unité est le dix-millionième de millimètre :

	Intensité.
Raie *c*	1,1
Raie b_1	0,9
Raie 4957 (Angström)	0,45

Groupe B *entre les longueurs d'onde* 6866 *et* 6880 *dans une même après-midi.*

h m	Intensité.
2.30	2,8
4.30	3,5
5.10	4,3
5.35	4,7

» Ces expériences, comme on le voit, sont restées fort incomplètes, à cause du mauvais temps. Cependant, elles montrent quels services on doit attendre de ces mesures, pour toutes les questions qui se rattachent au spectre solaire : on voit, par exemple, qu'une seule série met en parfaite évidence la nature tellurique du groupe B. »

PHYSIQUE CRISTALLOGRAPHIQUE. — *Sur l'électricité polaire dans les cristaux hémièdres à faces inclinées.* Note de MM. **Jacques** et **Pierre Curie**, présentée par M. Desains.

« 1. Dans l'avant-dernière séance, nous avons présenté à l'Académie la description d'un nouveau mode de développement de l'électricité polaire dans les cristaux hémièdres à faces inclinées; nous avons montré pour tous

(¹) *Comptes rendus*, 15 décembre 1879.

les cas connus qu'une relation constante existe entre le sens des effets produits par des variations de température et le sens de ceux dus à des variations de pression, relation qui permet d'énoncer le phénomène d'une façon générale en disant que, quelle que soit la force déterminante, toutes les fois qu'un cristal hémièdre à faces inclinées se contracte, il y a formation de pôles électriques dans un certain sens; toutes les fois que le cristal se dilate, les pôles électriques se forment en sens inverse.

» Nous allons montrer à présent que, dans toutes les substances non conductrices étudiées, ce sens est lié à la position des facettes hémièdres. Pour cela nous allons passer en revue les cristaux pyroélectriques, décrire pour chacun d'eux les particularités de leurs formes ainsi que la situation des pôles électriques. Les résultats contenus dans l'énumération qui va suivre ne sont pas de nous pour la plus grande partie et sont acquis depuis longtemps, mais leur rappel était nécessaire pour établir avec netteté la concordance de tous les faits connus.

» 2. Système cubique. — Les cristaux hémièdres à faces inclinées appartenant à ce système ont quatre axes d'hémiédrie qui sont les quatre axes ternaires du cube; ces directions sont aussi les axes d'électricité polaire.

» *Blende* (Friedel). — La forme hémiédrique est un tétraèdre; sur un petit tétraèdre nous avons trouvé que le pôle positif par contraction est situé vers le sommet; le pôle négatif par contraction, vers la base.

» *Chlorate de soude.* — Ce qui vient d'être dit pour la blende lui est applicable.

Helvine. — *Idem.* Seulement nous n'avons pu étudier sur ce minéral que l'action de la chaleur, et sur la base seulement; les cristaux étant enchâssés dans leur gangue n'ont pu être comprimés.

» Système hexagonal: *Tourmaline.* — L'axe principal est l'axe d'hémiédrie et d'électricité polaire; l'une des extrémités est terminée par un rhomboèdre surbaissé b^1; l'autre, par un rhomboèdre aigu e^1; le pôle positif par contraction se forme du côté du sommet e^1 (Haüy).

Quartz. — La forme hémièdre à faces inclinées est un ditrièdre; il a trois axes hémièdres horizontaux allant d'une arête du prisme hexagonal à l'arête opposée. Si l'on coupe le ditrièdre par un plan horizontal, la section est un triangle équilatéral; les trois hauteurs de ce triangle sont les trois axes d'électricité polaire qui coïncident donc avec les axes d'hémiédrie; le pôle positif par contraction est situé du côté du sommet du triangle, et le pôle négatif par contraction du côté de la base (Friedel).

Système orthorhombique. *Topaze* (Friedel). — L'axe vertical est l'axe

d'hémiédrie et aussi celui d'électricité polaire. Un cristal présentait à l'une des extrémités les facettes e^1 et a^1 (parfois hémièdres), très développées, alors qu'elles l'étaient peu à l'autre; de plus, cette dernière extrémité était polie et brillante alors que la première était rugueuse et terne; nous avons pu constater que le pôle positif par contraction était situé vers le sommet où les facettes e^1 et a^1 étaient le plus développées; mais, pour pouvoir certifier le sens du phénemène, cette expérience demanderait à être reprise sur des cristaux véritablement hémièdres; ces derniers sont malheureusement rares.

» *Calamine.* — L'axe vertical est l'axe d'hémiédrie et d'électricité polaire. L'une des extrémités est formée par la base p et les facettes hémièdres a^1 et e^1; l'autre extrémité est formée par l'octaèdre aigu e_3; le pôle positif par contraction est situé vers ce dernier sommet (Haüy).

» *Sel de Seignette.* — La forme hémièdre la plus ordinaire est un tétraèdre $b^{\frac{1}{2}}$; les axes d'électricité polaire sont dirigés d'un sommet de ce tétraèdre à la base opposée; ils ne coïncident donc avec aucun des axes cristallographiques; quant à leur direction exacte, nous ne l'avons pas encore déterminée : la prévoir théoriquement ne nous a pas été possible, le tétraèdre étant irrégulier, et la trouver expérimentalement demanderait une série de mesures très délicates des quantités d'électricité développées suivant des directions voisines; du reste, cela n'a pas d'importance pour la question qui nous occupe: il suffit de savoir que l'axe va du sommet à un point de la base du tétraèdre; le pôle positif par contraction est situé vers le sommet.

» Système clinorhombique. *Acide tartrique droit.* — L'axe horizontal est l'axe d'hémiédrie et aussi celui d'électricité polaire. Les faces e^1 se trouvent à une extrémité et n'existent pas à l'autre; le pôle positif par contraction se forme du côté qui porte les facettes hémièdres (Hankel).

» *Sucre.* — Ce qui vient d'être dit pour l'acide tartrique lui est applicable.

» Substance pseudocubique. *Boracite.* — Elle se présente sous la forme d'un cubododécaèdre, avec faces d'un tétraèdre. Il y a quatre axes d'électricité polaire suivant les quatre axes ternaires du cube. Les pôles positifs par contraction prennent naissance vers les bases des tétraèdres (Haüy).

» 3. Si l'on rapproche ces résultats les uns des autres, on voit que pour toutes les substances étudiées, sauf une exception, celle de la boracite, le pôle positif par contraction prend naissance à l'extrémité de l'axe d'élec-

tricité polaire qui porte les facettes hémièdres formant avec lui les angles les plus aigus. La boracite, qui paraît être une exception, vient au contraire apporter au rapport ci-dessus une intéressante confirmation. M. Mallard a en effet démontré, par l'étude des propriétés optiques de cette substance, que, quoique présentant cristallographiquement la symétrie cubique, elle est en réalité formée par la juxtaposition et l'enchevêtrement de douze pyramides; ces pyramides proviennent de six prismes orthorhombiques hémièdres dont les axes d'hémiédrie sont parallèles aux arêtes du cube [1].

» Sans entrer ici dans la description de ce groupement, nous ferons seulement remarquer que, suivant chaque moitié d'un axe ternaire du pseudocube, se trouvent juxtaposées trois pyramides. Du côté où se trouve la facette pseudotétraédrique, les extrémités modifiées des axes d'hémiédrie des trois pyramides sont situées sur l'axe ternaire; du côté qui ne porte pas de facettes tétraédriques, ce sont les extrémités non modifiées des axes d'hémiédrie des trois autres pyramides qui se trouvent sur l'axe ternaire. L'extrémité de l'axe ternaire qui porte la facette tétraédrique et qui est négative par contraction correspond aux extrémités modifiées des véritables axes d'hémiédrie.

» 4. Tous les faits jusqu'à présent sont donc d'accord pour montrer que, dans toutes les substances non conductrices hémièdres à faces inclinées étudiées, il y a une même liaison entre la position des facettes hémiédriques et le sens du phénomène de l'électricité polaire.

» L'extrémité de l'axe d'électricité polaire qui est terminée par les facettes hémièdres, formant avec lui les angles les plus aigus, se charge positivement par contraction, et négativement par dilatation; l'autre extrémité, ou qui ne porte pas de facettes hémièdres, ou qui est formée par la base ou par les facettes hémièdres faisant avec l'axe les angles les plus obtus, se charge positivement par dilatation et négativement par contraction.

» On sentira mieux la signification physique de ce qui précède en disant plus vulgairement, mais plus rapidement, que l'extrémité la plus pointue de la forme hémièdre correspond au pôle positif par contraction, tandis que l'extrémité la plus obtuse correspond au pôle négatif par contraction. »

---

(1) Mallard, *Ann. des Mines*, t. X.

M. P. Thenard présente les observations suivantes au sujet de cette Communication :

« Cette Communication me remet en mémoire des expériences de mon fils, expériences qui datent bien de quinze ans, et qui lui ont donné l'occasion d'observer le même phénomène.

» Il cherchait à compter les raies que développe l'argent sous l'influence de l'arc voltaïque.

» L'appareil se composait d'un spectroscope à six prismes, d'une lampe Foucault et de 60 éléments de Bunsen, modèle des théâtres. Un parallélépipède rectangulaire d'argent, pesant bien 2^{kg}, remplaçait le charbon au pôle inférieur qui, par la direction du courant, était le pôle chaud, et une baguette du même métal était ajustée au pôle supérieur.

» Déjà il avait compté cinq cent quatre-vingts raies ; mais il en était qui disparaissaient, pour ne plus revenir que vingt-quatre heures après, quand il reprenait l'expérience, et disparaître encore.

» L'arc voltaïque, avec le développement que lui donnaient 60 éléments bien montés, étant d'ailleurs très mobile, il attribua d'abord ce phénomène à cette mobilité de l'arc, et, comme elle entraînait encore bien d'autres inconvénients que chacun comprend, il eut l'idée de le fixer, en lui opposant un électro-aimant par les fils duquel passait tout son courant. Nécessairement l'arc voltaïque se réduisit de longueur, il n'eut guère plus de $0^{m},001$; mais, par contre, son intensité lumineuse devint telle, que le nombre des raies dépassa dix-sept cents; les cinq cent quatre-vingts premières restèrent parfaitement visibles, et l'incertitude se reporta sur les autres.

» Or, un jour qu'il faisait grand vent, et que les fenêtres étaient ouvertes pour donner issue à l'épais brouillard vert qui remplissait le laboratoire, les choses allèrent comme par miracle : il ne s'agissait, en effet, pour réussir, que de ventiler la lanterne et de la débarrasser du brouillard invisible qui la remplissait et qui, sans qu'on s'en doutât, obscurcissait la lumière.

» M. Desains a donc bien raison d'attribuer l'affaiblissement d'intensité des raies solaires, après 2^{h} du soir, aux brouillards invisibles qui, à ce moment, commencent à s'élever de la Terre. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveaux résultats d'utilisation de la chaleur solaire obtenus à Paris.* Note de M. A. PIFRE, présentée par M. H. Mangon.

« La moyenne des expériences faites par M. Mouchot dans le sud de l'Algérie, pendant l'été de 1877, comparée à la moyenne des mesures actinométriques de M. Violle dans le même pays à la même époque, semble montrer que l'on n'a pas utilisé plus de 50 pour 100 de la chaleur arrivant sur le sol.

» Ayant accepté de M. Mouchot la tâche de poursuivre l'étude pratique de ses récepteurs solaires, je me suis efforcé d'augmenter le rendement de ses appareils et d'en simplifier la construction.

» Les appareils que je construis aujourd'hui ont un rendement de 80 pour 100. C'est un gain de 30 pour 100 sur les anciens. Tel est le résultat important que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. Des pesées exactes ont permis, en effet, de constater, à Paris, une utilisation de chaleur s'élevant jusqu'à $12^{cal},12$ par minute et par mètre carré de surface d'insolation, tandis que les appareils anciens n'ont jamais donné, même à Biskra, par un beau soleil d'août, une utilisation supérieure à $9^{cal},2$.

» Cet accroissement de rendement tient à deux causes : 1° au changement de forme du réflecteur; 2° au changement de forme de la chaudière.

» La surface réfléchissante adoptée par M. Mouchot était celle d'un tronc de cône à génératrice rectiligne inclinée de 45° sur l'axe. La chaleur réfléchie chauffait la chaudière beaucoup plus à sa partie supérieure qu'à sa partie inférieure. Pour remédier à cet inconvénient, j'ai cherché à me rapprocher du paraboloïde de révolution.

» Le nouveau réflecteur est formé de trois troncs de cône se raccordant suivant un parallèle, c'est-à-dire que sa génératrice est une ligne brisée. Le milieu de cette génératrice reste incliné à 45°. Sa partie inférieure forme un angle au centre plus ouvert et sa partie supérieure un angle plus fermé, mais tous les deux assez faibles pour que, suivant les expériences de M. Desains, la chaleur réfléchie ne perde rien de son intensité en arrivant sur la chaudière. Le foyer se trouve ainsi concentré sur une longueur beaucoup moindre, la zone de chauffage maximum se rapproche de la partie inférieure de la chaudière et les lois d'un chauffage rationnel sont mieux observées.

» Cette disposition du réflecteur permet également de diminuer de moitié

la hauteur de la chaudière sans qu'il soit nécessaire d'augmenter pour cela son diamètre, car auparavant on était obligé de glisser un cylindre plein dans son intérieur, afin de diminuer sa capacité. Il en résulte que les pertes par rayonnement extérieur diminuent aussi de moitié. Cette modification est d'une importance capitale dans le cas de production de vapeur sous pression.

» Le réflecteur de mon nouvel appareil présente au soleil une ouverture utile de $9^{mq},25$. Sa chaudière contient 50^{lit} d'eau. Lorsque le ciel est clair, l'ébullition s'obtient en moins de quarante minutes et la pression monte de 1^{atm} toutes les sept ou huit minutes. A diverses reprises, six minutes ont suffi, même pour monter de la cinquième à la sixième atmosphère.

» La machine à vapeur est d'un modèle nouveau, étudié spécialement pour les récepteurs solaires. Elle fait corps avec l'appareil. Elle est établie de telle sorte que son arbre de couche conserve une direction fixe, bien qu'elle participe au mouvement d'orientation de tout l'ensemble. La pompe rotative qu'elle met en mouvement élève, sous pression constante, même pendant l'alimentation de la chaudière, 99^{lit} d'eau par minute à 3^{m} de hauteur. Cela représente, pour chaque mètre carré de surface d'incidence des rayons solaires, un effet utile six fois plus grand que celui obtenu récemment à Alger avec un appareil ancien [1]. Cependant, il faut remarquer que le moteur est trop fort pour le récepteur employé. Il devrait être actionné par un réflecteur ayant au moins 20^{mq} d'ouverture utile, soit $5^{m},50$ de diamètre à sa grande base. Il produirait, dans ce cas, une force effective de 1 cheval-vapeur.

» J'ajoute, en terminant, que j'ai substitué au mouvement parallactique précédemment employé pour l'orientation un mouvement analogue à celui du théodolite. Il est beaucoup plus simple que le mouvement parallactique. Il est plus léger et donne un équilibre plus stable sans contre-poids De plus, il rend beaucoup plus faciles et plus commodes l'alimentation de la chaudière, le placement du niveau d'eau, la distribution de la vapeur au moteur et la transmission de la force. »

CHIMIE. — *Production de cristaux de sesquichlorure de chrome, de couleur verte persistante.* Note de M. A. MENGEOT. (Extrait.)

« Si l'on fait agir de l'acide chlorhydrique sur du bichromate de potasse en dissolution dans l'eau, on voit peu à peu le liquide se foncer, et, au bout

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 24 mai 1880.

de quelques jours, il a atteint une couleur brun noirâtre; pendant tout ce temps, il se dégage une odeur de chlore très prononcée, et, si l'on ferme le flacon, on voit parfaitement la teinte verte du gaz.

» Si, maintenant, on laisse ce liquide s'évaporer lentement pendant une dizaine de mois, on trouve, en décantant, le fond du vase tapissé de beaux cristaux violet foncé de sesquichlorure de chrome Cr^2Cl^3; mais, parmi les gros cristaux violets, se trouvent de petits *cristaux verts* d'un sel de chrome, cristaux sur lesquels je reviendrai tout à l'heure.

» L'action de l'acide chlorhydrique sur le bichromate de potasse doit, selon moi, être exprimée par la formule

$$KO, 2CrO^3 + 7HCl = 3Cl + Cr^2Cl^3 + 7HO + KCl.$$

» Dans la réaction, il doit se former des traces de protochlorure de chrome, car le sesquichlorure est insoluble habituellement; mais, lorsqu'il est mélangé avec des traces ($\frac{1}{100000}$ seulement, dit M. Peligot) de protochlorure, il devient soluble dans l'eau. Ce sesquichlorure, ainsi rendu soluble, se dépose en cristaux ayant la forme d'un polyèdre terminé par huit faces hexagonales égales.

» Mais le fait curieux, c'est la production des sels verts. En effet, d'après tous les ouvrages de Chimie : 1° *les sels verts ne se forment qu'à* 100°; 2° *ils ne cristallisent pas*; 3° *ils repassent peu à peu à l'état violet.* Or la production des cristaux verts a eu lieu à la température ordinaire, et, depuis plus de deux ans que je les ai, ils sont toujours restés verts. Ces cristaux sont très petits; ils sont solubles dans l'eau et présentent tous les caractères et toutes les réactions afférentes aux sels de chrome. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les inconvénients que présente, au point de vue des réactions physiologiques, dans les cas d'empoisonnement par la morphine, la substitution de l'alcool amylique à l'éther dans le procédé de Stas.* Note de MM. G. BERGERON et L. L'HOTE, présentée par M. Peligot.

« La méthode généralement employée pour la recherche des alcaloïdes dans les cas d'empoisonnement est celle de M. Stas. Les organes suspects, préalablement divisés, sont traités par l'alcool en présence de l'acide tartrique à la température de 70°. Les liqueurs, évaporées dans le vide à la température ordinaire, donnent, après une série d'opérations, une solution aqueuse acide, à base d'alcaloïde, qu'on décompose par le bicarbonate de soude. L'alcaloïde mis en liberté est dissous dans l'éther.

» Pour définir un alcaloïde, on emploie *le réactif chimique* (acide sulfurique, nitrique, corps oxydant, etc.) et *le réactif physiologique* (grenouille, cobaye, lapin, etc.). On conclut à l'existence d'un alcaloïde connu, lorsqu'il y a un accord complet entre les propriétés chimiques et les effets physiologiques. Nous avons toujours constaté que, lorsqu'un extrait provenant d'organes non altérés donne des résultats négatifs avec les réactifs chimiques spéciaux, l'action sur les animaux est nulle.

» Un certain nombre de modifications, basées sur le peu de solubilité de certains alcaloïdes dans l'éther, ont été apportées au procédé de M. Stas. MM. Erdmann et Uslar ont substitué l'alcool amylique à l'éther comme dissolvant; cette modification a été surtout recommandée pour la recherche de la morphine. L'alcool amylique est un alcool de fermentation, bouillant à une température élevée, se séparant difficilement des solutions aqueuses et présentant des effets toxiques. On doit se demander si l'emploi d'un pareil dissolvant dans les recherches de Chimie légale ne présente pas de graves inconvénients [1].

» Nous avons donc recherché quel était le degré d'énergie toxique de cet alcool et fait, dans ce but, des expériences que nous allons rapporter.

» L'alcool amylique qui nous a servi a été purifié au laboratoire; son point d'ébullition était de 132°.

» *Première expérience.* — On ajoute à 100^{cc} d'eau distillée 10^{cc} d'alcool amylique qui forment une couche distincte; on agite et on décante. Le liquide décanté et filtré est parfaitement limpide : il n'y a donc pas trace d'alcool amylique en suspension.

» A $5^h 37^m$ on injecte sous la peau du dos à une grenouille 1^{cc} du liquide; à $5^h 43^m$ l'animal est immobile, dans un état de complète résolution, insensible à toute excitation; la respiration est lente, ainsi que les battements du cœur; à $5^h 45^m$ l'animal est sans mouvement, la respiration et les battements du cœur ont cessé.

» *Deuxième expérience.* — L'injection d'un demi-centimètre cube d'une solution de $0^{gr},5$ de chlorhydrate de morphine pour 20^{cc} d'eau, faite sur une grenouille, n'amène aucun accident, et cependant la quantité de chlorhydrate de morphine injectée est de $0^{gr},0125$.

» Il résulte de ces expériences que des traces d'alcool amylique injectées sous la peau

---

(1) Tout récemment, dans une expertise où l'un de nous, pensant à un empoisonnement par la morphine, avait employé la méthode de Stas modifiée, on avait observé, à la suite d'expériences faites sur des grenouilles, des effets physiologiques analogues à ceux du narcotisme, et cependant les réactions chimiques n'avaient décelé aucune trace de morphine. Ce résultat négatif nous a fait penser que les accidents observés chez les grenouilles mises en expérience pouvaient tenir à ce que l'extrait, bien que chauffé longtemps, n'était pas entièrement débarrassé de toute trace d'alcool amylique.

chez une grenouille amènent très rapidement l'immobilité, la résolution générale et bientôt la mort.

» Dans une seconde série d'expériences nous avons pris des animaux d'assez forte taille, tels que cobayes et lapins.

» *Troisième expérience.* — On agite avec 100^{cc} d'eau distillée 10^{cc} d'alcool amylique purifié, on décante et on filtre. L'alcool amylique étant à peine soluble, il n'en reste dans le liquide que des traces.

» A $5^h 41^m$ on injecte à un cobaye, sous la peau du dos, $2^{cc},5$ de la solution filtrée. A $5^h 45^m$ l'animal est sur le côté droit, dans un état de résolution presque complet; la respiration est ralentie, les pupilles sont dilatées. *Cet état peut facilement être confondu avec le narcotisme.* Vers $5^h 58^m$ l'animal se remet sur ses pattes et peut marcher un peu; mais ses membres sont agités de tremblements convulsifs. L'animal se rétablit peu à peu, et une heure après il ne paraît plus sensible aux suites de l'opération.

» *Quatrième expérience.* — En injectant seulement 1^{cc} on n'obtient sur un cobaye aucun effet appréciable; il en est de même en injectant sur le même animal, une demi-heure après, encore 1^{cc}. La quantité injectée (2^{cc}) est suffisante pour donner lieu à des accidents; mais l'élimination se fait très rapidement, et, pour que l'effet se produise, il faut que la quantité de 2^{cc} ait été injectée d'un seul coup.

» *Cinquième expérience.* — Sur un lapin on injecte 5^{cc} d'un liquide obtenu en agitant 10^{cc} d'alcool amylique purifié avec 100^{cc} d'eau distillée et en filtrant. On n'obtient aucun résultat. Une demi-heure après, nouvelle injection de 5^{cc} : rien.

» *Sixième expérience.* — 10^{cc} du même liquide ont été injectés sous la peau du dos sur un lapin. L'expérience est faite à $4^h 30^m$. Au bout de quelques instants, l'animal tombe dans un état de complète résolution. La pupille est dilatée, la cornée est insensible. L'animal n'est sensible qu'aux très fortes excitations. *Son état est tout à fait analogue à celui d'un animal narcotisé.* Vers $4^h 55^m$ la sensibilité revient, et à $5^h 30^m$ l'animal, d'abord affaibli et un peu somnolent, paraît entièrement rétabli.

» *Septième expérience.* — Comme il arrive souvent que l'alcool amylique non purifié renferme de l'alcool butylique, nous avons mélangé à 50^{cc} d'eau 5^{cc} d'alcool butylique. On a filtré. On a injecté 1^{cc} sous la peau d'une grenouille. L'expérience a été faite à $5^h 19^m$. L'animal a été pris presque immédiatement de raideur tétanique, avec quelques secousses convulsives dans les membres et incurvation du tronc. Il y a une grande analogie entre ces accidents et ceux qu'on observe après injection d'une solution très étendue de strychnine.

» Il résulte de ces expériences que l'injection sous-cutanée, faite sur des grenouilles avec quelques gouttes, sur des animaux plus élevés tels que cobayes et lapins avec quelques centimètres d'eau agitée avec de l'alcool amylique, a donné lieu, chez ces animaux, à un coma profond, avec résolution des membres, insensibilité de la cornée. Il est vrai qu'au bout de peu de temps l'animal revenait à lui; mais, par le fait de l'expérience, il avait toute l'apparence d'un animal narcotisé.

» La quantité d'alcool amylique ainsi injectée est des plus faibles, et

l'action produite, ainsi qu'on l'a vu, est presque immédiate et très énergique.

» Si l'on se reporte à la description assez vague donnée par le professeur Selmi, de Bologne, des accidents produits par l'injection des alcaloïdes cadavériques appelés *ptomaires*, et si l'on se rappelle que l'alcool amylique est employé pour l'extraction des ptomaires, on peut se demander si l'action toxique de ces alcaloïdes ne serait pas due en partie à l'alcool amylique mélangé souvent d'alcool butylique employé pour les extraire.

» Nous venons de voir qu'à très faibles doses l'alcool amylique produit, chez les animaux, des accidents très voisins du narcotisme. Or, on ne peut jamais être sûr d'avoir débarrassé l'extrait cadavérique sur lequel on opère de toute trace d'alcool amylique. Il en résulte qu'on ne peut recourir avec confiance à l'expérimentation physiologique dans le cas où, soupçonnant un empoisonnement par la morphine, on a suivi le procédé de Stas modifié, c'est-à-dire l'emploi de l'alcool amylique. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'expérience du grand sympathique cervical.* Note de MM. **Dastre** et **Morat**, présentée par M. Gosselin.

« Tout ce que l'on sait des fonctions du système nerveux sympathique est fondé, à peu près uniquement, sur les deux expériences de Pourfour du Petit (1727) d'une part, et d'autre part de Cl. Bernard et Brown-Sequard (1851). Pourfour du Petit a fait connaître la direction ascendante des fibres nerveuses dans le cordon cervical, ce qui est une notion purement anatomique. L'expérience de Cl. Bernard a montré que le sympathique cervical contenait des nerfs destinés à resserrer les vaisseaux sanguins, des *nerfs vaso-constricteurs*. Les faits que nous communiquons à l'Académie complètent ces notions, en démontrant l'existence, dans ce même cordon, de nerfs antagonistes des précédents, de *nerfs vaso-dilatateurs*.

» L'expérience qui établit ce résultat est celle même de Cl. Bernard, comme l'expérience de Cl. Bernard était celle même de Pourfour du Petit. Cl. Bernard a rappelé que tous les physiologistes avant lui, et lui-même pendant longtemps, avaient répété l'expérience classique de Pourfour du Petit sans en apercevoir l'effet le plus saillant; nous ajoutons, à notre tour, que tous les physiologistes ont reproduit l'expérience de Cl. Bernard sans en apercevoir l'effet le plus saillant, au moins lorsqu'on l'exécute sur

l'animal le plus expérimenté, sur le chien. Si nous l'avons constaté nous-mêmes, c'est parce que l'enchaînement de nos travaux nous obligeait à le rechercher, tandis que toutes les notions courantes nous en détournaient.

» Voici le fait. Lorsque l'on excite le sympathique cervical, il se produit une dilatation primitive, immédiate, souvent énorme, des vaisseaux dans la moitié correspondante de la cavité buccale, c'est-à-dire dans la muqueuse du palais, des gencives, des lèvres, et dans la peau des lèvres et des joues, à la mâchoire supérieure et à la mâchoire inférieure. La rougeur devient intense, et l'on voit se manifester en même temps les autres signes de la dilatation des vaisseaux : chaleur, tuméfaction, redressement et ombilication des poils. Tous ces signes sont exactement limités à la moitié de la face qui correspond au nerf excité. Ils disparaissent presque immédiatement quand l'excitation a cessé. Une ligne nette sépare la région rouge écarlate de la région pâle, et ce qui rend le spectacle plus remarquable et plus significatif encore, c'est que d'autres organes, l'oreille et la moitié de la langue du même côté, pâlissent et s'anémient, tandis que les organes précités rougissent et se congestionnent, de telle sorte que le contraste des couleurs de la langue est exactement inverse du contraste des couleurs de la cavité buccale et le fait ressortir davantage. Ces phénomènes se sont montrés à nous d'une manière constante et avec une telle évidence, qu'ils constituent une bonne expérience de Cours lorsque les conditions sont favorables, c'est-à-dire lorsque la gueule est faiblement pigmentée, que le nerf n'est pas fatigué, que l'animal est tranquille ou immobilisé par une faible dose de curare.

» S'ils n'étaient si nets, ces faits seraient qualifiés de paradoxaux, car ils sont exactement opposés aux notions couramment enseignées depuis l'expérience fondamentale de Cl. Bernard et Brown-Sequard. Mais, nous nous hâtons de le dire, ils ne contredisent pas plus cette expérience célèbre que celle-ci ne contredisait celle de Pourfour du Petit. Ils la complètent seulement. Les recherches que nous pousuivons depuis quatre ans sur l'innervation des vaisseaux nous avaient amenés à découvrir le premier vaso-dilatateur cutané qui eût encore été signalé, celui de l'oreille, et nous l'avions trouvé dans le sympathique. De même, nous avons trouvé dans le sympathique les dilatateurs du membre inférieur, ceux du membre supérieur et de quelques viscères, enfin les origines des dilatateurs de la région bucco-labiale. C'est en poursuivant le trajet de ces derniers que nous sommes arrivés au cordon cervical. Sachant déjà qu'ils n'appartenaient point au maxillaire supérieur, que MM. Jolyet et Laffont ont eu tort, à cet

égard, d'appeler un *dilatateur type*, qu'ils n'appartenaient même pas au système nerveux de la vie de relation, puisque nous les avions manifestés dans l'anneau de Vieussens, nous devions les retrouver dans le sympathique de la région du cou. L'excitation du cordon cervical les a, en effet, mis en évidence ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Signification morphologique des appendices servant à la suspension des chrysalides.* Note de M. **J. Künckel**, présentée par M. Milne Edwards.

« Réaumur, dans ses Mémoires, a décrit avec le plus grand soin la transformation des chenilles en chrysalides; il a étudié « l'industrie des chenilles qui se pendent verticalement la tête en bas pour se métamorphoser » et a expliqué « comment la crisalide (*sic*) se trouvait pendue par la queue dans la place où était la chenille ». Après s'être longuement appesanti sur la manière dont la chenille des Vanesses se suspendait par les pattes postérieures, l'observateur s'est attaché à décrire le mécanisme à l'aide duquel la chrysalide dégageait sa queue de la peau de la chenille et réussissait à se pendre par les crochets qui garnissent cette queue. Les auteurs qui ont décrit les transformations des Lépidoptères, Swammerdam, de Geer, Bonnet, Latreille, Godard et Duponchel, Kirby et Spence, Lacordaire, Boisduval, Westwood, Agassiz, M. Blanchard, etc., ajoutent fort peu aux observations de Réaumur. Les uns, et c'est la grande majorité, répètent que les chrysalides des Papilionides et des Nymphalides s'attachent ou se suspendent par la queue, suivant l'expression consacrée; les autres (Latreille, M. Blanchard) se contentent de dire que les nymphes se fixent par l'extrémité du corps. L'étude des chrysalides d'un grand nombre de Lépidoptères diurnes, et mieux encore l'observation des métamorphoses des *Vanessa Io* et *urticæ*, ainsi que du *Grapta C. album*, m'ont amené à démontrer que les chrysalides n'avaient point en réalité de queue, c'est-à-dire de prolongement post-anal, et m'ont permis de déterminer la véritable signification morphologique de leur appendice suspenseur.

([1]) Dans diverses Communications faites depuis trois ans à la Société de Biologie et à la Société philomathique, nous avons posé les jalons du travail que l'expérience précédente vient clore d'une manière si inattendue et si simple; mais ces indications très brèves ne pouvaient servir qu'à prendre date.

» Examinant la chrysalide des Papilionides (*Ornithoptera, Papilio, Thais, Pieris*, etc.) et des Nymphalides (*Danais*, *Vanessa, Grapta*, *Limenitis*, etc.), j'ai reconnu que la queue est formée par l'accolement suivant la ligne médiane d'une paire d'appendices portant, l'un et l'autre indépendamment, une série de crochets tournés en sens contraire la pointe en dehors et semblables à ceux des pattes membraneuses des chenilles; cette paire d'appendices est une dépendance du douzième anneau de la chrysalide au même titre que les pattes dites *anales* sont une dépendance de l'anneau correspondant de la chenille : ce douzième anneau n'ayant de stigmates ni dans la larve, ni dans la nymphe des Lépidoptères, les homologies sont faciles à établir. D'autre part, la paire d'appendices soudés de la chrysalide entoure réellement l'extrémité de l'abdomen et circonscrit l'anus, ainsi que les pièces de l'armure génitale encore renfermées dans leurs gaînes; sur la dépouille il est aisé de voir que le Papillon, en abandonnant son appareil suspenseur, s'est débarrassé seulement alors des pattes anales. Swammerdam se trompait lorsqu'il affirmait que la chrysalide, en se transformant, perdait toutes ses pattes membraneuses: les pattes membraneuses de la cinquième paire subsistent pendant l'état de nymphe. Les appendices du douzième segment des chenilles sont d'ailleurs susceptibles, notamment dans certains genres de la famille des Notodontides, d'affecter les formes les plus diverses; je rappellerai quelques exemples connus : chez les *Dicranura*, ces appendices ont l'aspect de deux prolongements rétractiles; chez les *Platypteryx*, ils sont soudés dans une partie de leur longueur et ne sont plus rétractiles; chez les *Uropus*, ils ressemblent aux prolongements caudiformes des *Dicranura*, mais reprennent leur nature de pattes et portent une couronne de crochets. Il n'est donc pas étonnant que ces appendices, capables de se modifier si facilement, puissent devenir chez les Papilionides et les Nymphalides les appareils suspenseurs de la chrysalide.

» La démonstration acquiert un caractère de rigueur plus absolue lorsqu'on suit attentivement une chenille sur le point de se métamorphoser : les chenilles communes des Vanesses se prêtent particulièrement à l'observation. Si l'on prend une chenille déjà suspendue par les pattes postérieures et si l'on provoque artificiellement la mue en la trempant au préalable dans l'alcool ou l'acide chromique, il est facile de reconnaître que l'extrémité postérieure de la chrysalide est engagée dans le douzième anneau de la chenille et que les parties qui supportent les crochets suspenseurs, la prétendue queue des auteurs, sont cachées sous la peau des pattes anales de la chenille.

» En résumé, les chrysalides des Lépidoptères s'attachent ou se suspendent par les crochets des pattes membraneuses anales modifiées et adaptées à des conditions biologiques particulières. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une nouvelle station de l'âge de la pierre à Hanaoueh, près de Tyr (Syrie).* Note de M. **Lortet**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« Dans ses remarquables recherches sur la géologie du Liban et de l'Anti-Liban, Botta avait reconnu que plusieurs cavernes de la Syrie renferment des brèches à ossements plus ou moins brisés et des fragments de poterie. Plus tard, en 1864, pendant le voyage exécuté avec le duc de Luynes, M. Louis Lartet découvrit, dans les grottes situées non loin de l'embouchure du Nahr-el-Kelb (ancien Lycus), à une petite distance de Beyrouth, de nombreux silex taillés en grattoirs et en couteaux. Ces instruments, témoignage irrécusable d'une industrie très primitive, se trouvent soit à l'air libre sur les plates-formes des abris, soit empâtés dans les magmas à ossements.

» Nous avons eu la bonne fortune de trouver en Syrie, au mois de juin dernier, une nouvelle station préhistorique qui présente des particularités remarquables sur lesquelles j'appelle l'attention de l'Académie.

» Dans les montagnes situées à l'est de Tyr, à deux heures et demie de marche, on arrive au petit village de Hanaoueh, placé sur un mamelon arrondi, non loin du gigantesque sarcophage appelé *tombeau du roi Hiram* (Kabr Hiram). Au nord, en face du village de Hanaoueh, se trouve un autre monticule sur lequel se voient les ruines d'une citadelle phénicienne étudiée par M. Renan. A la base de cette ancienne forteresse serpente le sauvage et aride Wady-el-Akkab, profondément creusé dans les puissantes assises d'un calcaire crétacé.

» Lorsqu'on suit la paroi gauche de ce ravin, en se dirigeant à l'est, vers les villages de Khureibeh et de Kana, à 250^m d'altitude au-dessus de la Méditerranée, on arrive à des escarpements rocheux qui se prolongent à une grande distance. Ces murailles présentent, taillées en ronde-bosse dans le rocher, de nombreuses statues hautes de $0^m,80$ à 1^m, et offrant tous les caractères d'une antiquité très reculée; les têtes sont placées généralement en profil, mais les yeux sont vus de face comme dans les types archaïques. Le vêtement ne consiste qu'en une tunique très simple croisée du côté gauche. A quelques mètres de ces singuliers monuments, au pied d'un

abrupt taillé à pic et haut de 4^m environ, nous remarquons d'énormes blocs dépassant le sol de 3^m, larges de 6^m, épais de 5^m et formant une roche rougeâtre, excessivement dure et offrant une résistance presque invincible aux marteaux dont nous pouvions disposer. Cette masse est formée d'un conglomérat ou plutôt d'une brèche renfermant des myriades de silex taillés et de nombreux fragments d'os et de dents. Tout autour le sol est jonché d'une quantité considérable de silex grossièrement travaillés, parmi lesquels nous reconnaissons les pointes et les racloirs du type dit *moustiérien*. La brèche, qui paraît s'enfoncer profondément en terre, se montre de nouveau à la surface du sol quelques mètres plus bas. Ces gros blocs isolés de toutes parts du calcaire environnant sont pétris de silex et d'ossements. Les silex sont jaunes ou noirs et d'un très beau grain; ils sont par places mis à nu, par suite de l'ablation qui résulte de l'action des agents atmosphériques, mais il est absolument impossible de les détacher de la gangue; ils se brisent plutôt que de se séparer du ciment extraordinairement dur qui les environne. Les quelques fragments de dents que nous parvenons à grand'peine à extraire peuvent se rapporter aux genres *Cervus, Capra* ou *Ibex, Bos* et *Equus*. Les os, brisés en parcelles, sont absolument indéterminables.

» Cette station humaine paraît dater de la plus haute antiquité. Les silex présentent une forme très primitive, bien plus archaïque que ceux que nous avons pu trouver dans les grottes du Nahr el Kelb, et une très longue série de siècles a seule pu donner à ces débris de cuisine la dureté du porphyre le plus compacte. Nous pensons que ce magma a dû se former dans une caverne dont le toit et les parois auront été enlevés par les Proto-Phéniciens, auteurs des grossières figures que j'ai signalées plus haut. La brèche, trop résistante pour être travaillée, aura été respectée par les ouvriers. C'est la seule manière d'expliquer comment elle se trouve ainsi disposée en énormes rognons sur les flancs abrupts d'une vallée profonde de plus de 50^m.

» Les fouilles que nous avons exécutées à la base des rochers sculptés ne nous ont rien appris sur leur origine; nous ne pensons pas que ces travaux soient l'œuvre des hommes de l'âge de la pierre, mais nous avons tenu à faire constater que, dans cet espace de terrain très limité, on peut voir les restes des industries de trois races qui ont successivement habité le pays : 1° les hommes dont nous venons de décrire les instruments et les débris de cuisine; 2° les Proto-Phéniciens, qui ont probablement sculpté les bas-reliefs et les figures archaïques; 3° les Phéniciens des époques historiques, qui ont creusé sur tous les rochers environnants les hypogées, les pressoirs et les moulins à huile si savamment décrits par M. Renan. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les étoiles filantes des* 9, 10 *et* 11 *août* 1880. Extrait d'une Lettre de M. **Chapelas** à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats que nous avons obtenus pendant les nuits des 9, 10 et 11 août.

» L'année dernière, nous signalions pour le 10 août une apparition d'étoiles filantes surpassant en intensité celle de 1848, considérée comme la plus importante du siècle.

» Cette année, l'observation nous a donné pour nombre horaire moyen seulement 53,7 étoiles filantes, ce qui fait avec le nombre horaire moyen obtenu en 1879 une différence de 69,3 étoiles filantes, résultat qui semblerait limiter le retour du maximum d'août entre l'année 1848 et l'année 1879, et donnerait pour ce phénomène une période de trente-deux ou trente-trois ans, identiquement comme pour le phénomène du 12 au 13 novembre, dont la période avait été calculée par Olbers.

» Cette année, le moment du maximum, au lieu d'être comme presque toujours vers le matin, en vertu de la loi de la variation horaire, s'est réellement produit entre 11^h et minuit, à raison de 1,4 étoile par minute. Le point de radiation des météores était, comme toujours, vers la Girafe et Persée. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 aout 1880.

Observatoire de Paris. Grand télescope; équatorial (tour de l'Ouest); grand instrument méridien; lunette méridienne de Gambey; cercle méridien; cercle mural de Gambey; Observatoire de Paris (façade Sud); musée astronomique (côté Ouest et côté Est); portraits d'Arago, de Delambre, de Bouvard, de Lalande, Laplace, de J.-D. Cassini, de Delaunay, de Le Verrier. Neuf photolithographies et huit photographies. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le

contre-amiral MOUCHEZ. *Observations de* 1877. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 8e *session.* Montpellier, 1879; Paris, au Secrétariat de l'Association, 1880; in-8° relié.

Extrait du compte rendu sténographique du Congrès universel pour l'amélioration du sort des aveugles et des sourds-muets. De la corrélation physiologique entre les cinq sens et de leurs rapports avec les mouvements volontaires. Applications à l'éducation des aveugles; par M. le Dr APPIA. Paris, Impr. nationale, 1879; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès Sciences mathématiques; par M. M. BRILLOUIN. Ire Thèse : *Intégration des équations différentielles auxquelles conduit l'étude des phénomènes d'induction dans les circuits dérivés.* IIe Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°.

Notice sur la découverte de squelettes humains dans le Lehm de Bollwiller (*Haut-Rhin*); *par* J. DELBOS. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait de la *Revue d'Anthropologie.*)

L'A, B, C du chauffage des serres; par CH. DE VENDEUVRE. Asnières, impr. Trouttet, 1880; br. in-8°.

Sur l'uniformité de la langue géologique; par G. DEWALQUE. Liège, impr. Vaillant-Carmanne, 1880; br. in-8°.

Archives du musée Teyler; vol. V, IIe Partie. Haarlem, les héritiers Loosjes, 1880; gr. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences de Harlem et rédigées par E. H. VON BAUMHAUER, t. XV. Ire et IIe livr. Harlem, les héritiers Loosjes, 1880; 2 liv. in-8°.

Untersuchungen über den Bau und die Entwickelungsgeschichte der Hirudineen; von Dr C. K. HOFFMANN. Haarlem, de erven Loosjes, 1880; in-4°.

Association internationale africaine, nos 1, 2, 3, et *Vocabulaire français-kisouahili.* Bruxelles-Etterbeek, impr. Verhavert, 1880; 4 br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AOUT 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que M. *de Lesseps* a bien voulu accepter la mission de la représenter à la cérémonie de l'inauguration de la statue de *Denis Papin*, qui doit avoir lieu à Blois le 29 août.

M. **Mouchez** présente à l'Académie :

1° Le Tome XXIV des « Observations (1868-1869) » des *Annales de l'Observatoire de Paris;*

2° Le Tome XV des « Mémoires » de la même collection. Ce Volume comprend : l'Éloge historique de U.-J.-J. Le Verrier, par M. *J. Bertrand;* les Travaux de Leverrier, par M. *F. Tisserand;* la Théorie du mouvement de Vesta, par M. *G. Leveau;* un Mémoire sur les effets du roulement dans la théorie du pendule à réversion, par M. *A.-J. Yvon Villarceau;* un Mémoire sur le développement de la fonction perturbatrice, dans le cas où l'inclinaison mutuelle des orbites est considérable; application aux perturbations produites par Pallas sur Jupiter, par M. *F. Tisserand.*

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* **G.-B. Airy**) *et à l'Observatoire de Paris, pendant le deuxième trimestre de l'année* 1880. **Communiquées par M. Mouchez.**

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(1) Cérès.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Avril. 1	8.55.32	9.37.51,66	+ 8,30	60.50.13,5	+ 30,0	Paris.
			(3) Junon.			
Avril. 1	9.18.41	10. 1. 4,05	+ 4,54	80.18.25,6	+ 7,0	Paris.
6	8.58.26	10. 0.28,81	+ 4,33	79.50.29,4	+ 7,7	Paris.
7	8.54.28	10. 0.26,26	+ 4,39	79.45.25,7	+ 6,6	Paris.
			(6) Hébé.			
Avril. 1	10.57.23	11.40. 2,55	+ 5,76	72.54.50,0	+ 7,6	Paris.
7	10.29.35	11.35.49,14	+ 5,84	72.24.27,3	+ 1,9	Paris.
8	10.25. 0	11.35.18,45	+ 5,83	72.20.15,2	+ 5,0	Paris.
			(78) Diane.			
Avril. 1	11.13. 4	11.55.46,01	— 8,13	98.35.11,6	—70,6	Paris.
7	10.44.24	11.50.40,44	— 8,05	98.18. 7,3	—71,2	Paris.
			(15) Eunomia.			
Avril. 1	11.45.20	12.28. 7,67	+ 9,49	111.33.46,6	+56,2	Paris.
7	11.16.29	12.22.50,68	+ 9,47	111. 2.44,0	+57,7	Paris.
8	11.11.42	12.21.59,16	+ 9,32	110.57. 5,9	+56,0	Paris.
16	10.43. 7	12.15.31,67	+ 9,01	110. 8.53,1	+60,5	Greenwich.
20	10.24.31	12.12.38,89	+ 9,12	109.43.16,1	+60,9	Greenwich.
			(51) Némausa.			
Avril. 15	11.59. 9	13.27.49,50	+ 5,67	90.11.35,5	—90,2	Greenwich.
16	11.54.24	13.27. 0,88	+ 5,23	91. 1.47,9	—91,7	Greenwich.
20	11.35.32	13.23.52,16	+ 5,21	89.24.28,0	—90,6	Greenwich.
24	11. 7.32	13.20.53,78	+ 5,42	88.50.21,2	—89,0	Paris.
26	10.58.16	13.19.29,37	+ 5,54	88.34.34,5	—89,3	Paris.
29	10.44.29	13.17.29,80	+ 5,16	88.12.42,5	—90,7	Paris.
30	10.39.55	13.16.52,05	+ 4,84	88. 5.56,1	—91,6	Paris.
Mai. 1	10.35.23	13.16.15,70	+ 4,67	87.59.22,9	—96,1	Paris.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(40) Harmonia.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Avril. 16	12.28.45	14. 1.26,81	+ 2,63	95.13.55,7	+19,0	Greenwich.
20	12. 9. 4	13.57.29,27	+ 2,72	94.55.15,8	+18,3	Greenwich.
24	11.40. 5	13.53.32,43	+ 3,00	94.37.52,2	+18,4	Paris.
26	11.30.17	13.51.35,37	+ 3,16	94.29.43,7	+17,6	Paris.
29	11.15.37	13.48.42,60	+ 2,75	94.18.24,1	+18,3	Paris.
30	11.10.44	13.47.46,26	+ 2,65	94.14.53,0	+18,8	Paris.
Mai. 1	11. 5.53	13.46.50,88	+ 2,80	94.11.29,2	+18,7	Paris.
4	10.51.24	13.44. 9,09	+ 2,67	94. 2. 8,8	+17,8	Paris.
5	10.46.36	13.43.17,06	+ 2,65	93.59.20,6	+18,0	Paris.
7	10.37. 4	13.41.36,23	+ 2,70	93.54.14,2	+19,8	Paris.
8	10.32.20	13.40.47,60	+ 2,78	»	»	Paris.
			(5) Astrée.			
Avril. 26	12.42.10	14.54.20,24	— 6,20	97.25.29,8	—29,3	Greenwich.
29	12.18.23	14.51.39,00	— 6,14	97.11.25,4	—29,8	Paris.
30	12.13.33	14.50.44,73	— 6,18	97. 6.54,5	—28,4	Paris.
30	12.22.51	14.50.43,78	— 6,78	97. 6.51,8	—29,4	Greenwich.
Mai. 1	12. 8.43	14.49.50,36	— 6,24	97. 2.26,5	—29,6	Paris.
3	11.59. 2	14.48. 1,61	— 6,48	96.53.47,6	—32,2	Paris.
4	11.54.12	14.47. 7,56	— 6,45	96.49.39,9	—31,2	Paris.
5	11.49.23	14.46.13,70	— 6,44	96.45.40,0	—29,0	Paris.
7	11.39.45	14.44.27,07	— 6,26	96.37.57,9	—28,3	Paris.
13	11.20.21	14.39.18,55	— 6,22	96.17.57,3	—27,5	Greenwich.
15	11.10.52	14.37.41,75	— 6,01	96.12.23,6	—29,9	Greenwich.
17	11. 1.27	14.36. 8,12	— 6,24	96. 7.28,9	—30,1	Greenwich.
			(14) Irène.			
Avril. 26	12.19.51	14.41.17,51	»	92.32.59,5	»	Paris.
29	12. 5.14	14.38.28,29	»	92.30.51,0	»	Paris.
30	12. 0.22	14.37.32,01	»	92.30.27,0	»	Paris.
Mai. 1	11.55.30	14.36.35,68	»	92.30.11,8	»	Paris.
3	11.45.46	14.34.43,42	»	92.30. 6,8	»	Paris.
4	11.40.55	14.33.47,71	»	92.30.21,8	»	Paris.
5	11.36. 4	14.32.52,54	»	92.30.46,0	»	Paris.
7	11.26.23	14.31. 3,58	»	92.31.59,8	»	Paris.
8	11.21.34	14.30. 9,81	»	92.32.56,8	»	Paris.
12	11.11.43	14.26.42,68	»	92.38.23,6	»	Greenwich.
13	11. 6.58	14.25.53,24	»	92.40.11,0	»	Greenwich.
14	11. 2.13	14.25. 4,88	»	92.42.10,9	»	Greenwich.

Dates 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
		(14) Irène (suite).				
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Mai. 15	10.57.30	14.24.17,49	»	92.44.21,5	»	Greenwich.
17	10.48. 7	14.22.46,12	»	92.49.13,0	»	Greenwich.
18	10.43.28	14.22. 2,49	»	92.51.56,0	»	Greenwich.
22	10.25. 3	14.19.20,58	»	93. 4.32,8	»	Greenwich.
24	10. 6.39	14.18. 8,10	»	93.11.50,7	»	Paris.
26	9.57.42	14.17. 1,77	»	93.19.50,8	»	Paris.
28	9.48.50	14.16. 1,49	»	93.28.25,5	»	Paris.
29	9.44.26	14.15.33,54	»	93.33. 1,5	»	Paris.
		(103) Héra.				
Avril. 26	11. 5.12	13.26.26,60	— 0,31	90.38.54,5	+ 2,2	Paris.
29	10.51.11	13.24.13,17	— 0,04	»	»	Paris.
30	10.46.32	13.23.29,99	— 0,05	90.22.44,1	+ 1,1	Paris.
Mai. 1	10.41.54	13.22.47,83	+ 0,18	90.19. 6,0	+ 3,9	Paris.
4	10.28. 4	13.20.45,14	— 0,45	90. 8.51,9	— 2,8	Paris.
5	10.23.29	13.20. 6,17	— 0,57	90. 5.54,1	+ 2,9	Paris.
7	10.14.23	13.18.51,87	— 0,16	90. 0. 8,9	— 4,6	Paris.
		(173) Ino.				
Avril. 30	10.10. 6	12.46.57,76	+17,75	79.15.21,1	+53,6	Paris.
Mai. 1	10. 5.37	12.46.24,79	+17,75	79.12.43,1	+45,9	Paris.
		(43) Ariane.				
Mai. 4	12.14.43	15. 7.41,30	+ 3,93	112. 5.47,3	+ 6,9	Paris.
7	12. 0. 1	15. 4.46,88	+ 3,91	111.48.34,3	+14,3	Paris.
8	11.55. 7	15. 3.48,31	+ 4,17	111.42.24,7	+ 7,1	Paris.
12	11.44.47	14.59.52,69	+ 4,35	111.17.11,1	+ 9,1	Greenwich.
15	11.30. 6	14.56.58,79	+ 4,07	110.57.22,6	+ 7,1	Greenwich.
17	11.20.22	14.55. 6,07	+ 4,07	110.43.56,8	+ 8,1	Greenwich.
24	10.37.30	14.49. 3,54	+ 4,09	109.56.39,1	+10,9	Paris.
25	10.32.46	14.48.16,85	+ 4,08	109.49.57,5	+ 9,9	Paris.
26	10.28. 6	14.47.31,54	+ 3,95	109.43.18,7	+ 8,6	Paris.
27	10.23.27	14.46.48,02	+ 4,01	109.36.43,6	+ 7,1	Paris.
28	10.18.49	14.46. 6,11	+ 4,05	109.30.14,2	+ 7,2	Paris.
29	10.14.13	14.45.25,82	+ 4,00	109.23.49,8	+ 7,4	Paris.
Juin. 2	9.56. 7	14.43. 3,14	+ 3,83	108.59.10,6	+ 7,0	Paris.
		(4) Vesta.				
Mai. 22	13. 3.57	16.58.41,37	+ 1,54	105. 7.15,7	+ 5,4	Greenwich.
24	12.44.54	16.56.49,88	+ 1,54	105. 9.52,8	+ 5,1	Paris.

Dates 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			④ Vesta.			
Mai. 28	h m s 12.25.19	h m s 16.52.56,56	s + 1,54	° ′ ″ 105.15.53,7	″ − 1,6	Paris.
29	12.20.22	16.51.56,63	+ 1,49	105.17.37,0	− 1,0	Paris.
Juin. 2	12. 0.37	16.47.53,48	+ 1,41	105.25.18,4	+ 4,3	Paris.
3	11.55.40	16.46.52,42	+ 1,57	105.27.24,4	+ 4,9	Paris.
7	11.45.12	16.42.48,02	+ 1,45	105.36.32,6	+ 5,1	Greenwich.
8	11.40.16	16.41.47,82	+ 1,50	105.39. 0,4	+ 4,6	Greenwich.
11	11.25.31	16.38.50,36	+ 1,56	105.46.53,6	+ 5,3	Greenwich.
12	11.20.38	16.37.52,56	+ 1,57	105.49.41,4	+ 6,4	Greenwich.
21	10.37.22	16.29.58,57	+ 1,63	106,18. 3,1	+ 6,3	Greenwich.
22	10.23.21	16.29.12,41	+ 1,49	106.21.31,2	+ 4,9	Paris.
23	10.18.40	16.28.27,55	+ 1,47	106.25. 7,1	+ 5,6	Paris.
24	10.14. 1	16.27.44,19	+ 1,43	106.28.46,2	+ 5,4	Paris.
28	9.55.41	16.25. 7,20	+ 1,47	106.44. 3,8	+ 4,6	Paris.
29	9.51.10	16.24.32,22	+ 1,48	106.48. 4,5	+ 5,6	Paris.
			⑦ Iris.			
Juin. 28	12.26.15	18.56. 5,83	+ 3,73	109.32.27,7	− 5,5	Paris.
29	12.21.15	18.55. 2,11	+ 3,74	109.31.37,6	− 7,0	Paris.

» Les comparaisons se rapportent, pour Cérès, Junon et Vesta, aux éphémérides du *Nautical Almanac*; pour Diane, Némausa, Ino, aux Circulaires du *Berliner Jahrbuch*; pour Héra, à l'Éphéméride publiée dans les *Comptes rendus* (8 mars 1880).

» Toutes les autres observations se rapportent au *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations de Paris ont été faites par M. H. Renan. »

PHYSIOLOGIE. — *Caractères distinctifs de la pulsation du cœur, suivant qu'on explore le ventricule droit ou le ventricule gauche.* Note de M. **Marey**.

« Les expériences dans lesquelles nous avons étudié, M. Chauveau et moi, la pression du sang dans les ventricules du cœur nous ont fait voir que les phases des variations de cette pression ne sont pas les mêmes dans les deux ventricules. Le cœur droit donne dès le début de sa systole le maximum de son effort, tandis que, dans le ventricule gauche, la pression s'élève d'ordinaire jusqu'à la fin de la phase systolique.

» J'ai cherché longtemps si la pulsation du cœur, qui traduit les changements de consistance des ventricules, c'est-à-dire les variations de la pression du sang dans ces cavités du cœur, n'offrirait pas les mêmes différences de forme, et j'ai constaté en effet que, suivant la région où l'on explore la pulsation, on recueille des tracés de formes différentes.

» Le cœur de l'homme présente son ventricule droit un peu en avant, son ventricule gauche un peu en arrière; il suit de là que, si l'on applique l'explorateur de la pulsation dans le quatrième espace intercostal et au-dessous du mamelon gauche, c'est la pulsation du ventricule droit qu'on doit recueillir, tandis que, si l'on place l'explorateur $0^{m},04$ ou $0^{m},05$ plus en dehors en faisant coucher le patient sur le côté gauche, on doit obtenir le tracé du ventricule gauche.

» On constate, en effet, que les deux tracés ainsi obtenus présentent des caractères différents et tels que la théorie les faisait prévoir; mais, comme la position du cœur varie assez souvent d'un sujet à un autre et comme certaines maladies peuvent augmenter encore ces variations individuelles, il ne serait pas prudent de s'en rapporter exclusivement au lieu où la pulsation a été recueillie pour affirmer qu'elle tient à l'un ou à l'autre ventricule. J'ai dû chercher un contrôle qui levât toute hésitation à cet égard : mes expériences m'en ont fourni plusieurs, parmi lesquels je ne citerai que les deux suivants.

» 1° *Le cœur droit et le cœur gauche ne se comportent pas de la même manière pendant un arrêt de la respiration.*

» On sait que le poumon est plus facilement traversé par le sang quand on respire que pendant l'arrêt respiratoire; il en résulte qu'une stase se produit dans le cœur droit si la respiration est arrêtée. On voit aussitôt changer les caractères de la pulsation du cœur droit; celle-ci perd de son amplitude et finit par être trois ou quatre fois plus faible qu'au début de l'arrêt respiratoire, lorsque cet arrêt s'est prolongé pendant trente à quarante secondes. Cette diminution d'amplitude de la pulsation du cœur se produit par suite de l'élévation du minimum des courbes; les sommets restent toujours sur la même ligne horizontale. L'explication de ce phénomène est très simple : il tient à ce que le cœur, se vidant de moins en moins, à cause de la résistance pulmonaire, offre de moins en moins ces chutes de pression qui traduisent sa vacuité.

» Si l'on explore le cœur gauche pendant l'arrêt respiratoire, au lieu d'une diminution d'amplitude des pulsations on constate, au contraire, que celles-ci offrent un léger accroissement.

» 2° *Retentissement des ondes aortiques dans le tracé de la pulsation du ventricule gauche.*

» J'ai maintes fois signalé la solidarité intime qui unit les variations de la pression du sang dans le ventricule gauche et dans l'aorte, solidarité d'où résulte une similitude de forme entre les pulsations du ventricule gauche et de l'aorte pendant la période systolique. J'ai même observé que, si une influence quelconque, en faisant baisser la tension artérielle, fait naître des ondes dans l'aorte, ces ondes retentissent dans le tracé de la pression du ventricule gauche, où elles se traduisent par une bifurcation ou une trifurcation du sommet, selon que les ondes aortiques sont au nombre de deux ou de trois pendant la systole du ventricule.

» On voit apparaître ces ondes sur les pulsations cardiaque et aortique quand on fait baisser la tension artérielle par l'exercice musculaire, par l'inhalation de nitrite d'amyle, par l'hémorrhagie, etc. On les voit naître aussi après un effort prolongé quelque temps avec occlusion de la glotte.

» Sur l'homme, nous ne pouvons constater directement l'existence de ces ondes sur l'aorte, mais nous devons admettre qu'elles existent dans les mêmes conditions où nous les voyons se produire sur les grands mammifères. Or, dans ces conditions, le tracé du ventricule gauche présente des ondulations multiples, tandis que le ventricule droit ne montre ces ondes qu'à l'état de vestige et par propagation de voisinage.

» Des deux signes que nous venons de donner pour distinguer auquel des deux ventricules appartient la pulsation que trace le cardiographe, le premier est le plus facile à employer et semble devoir être très utile dans la pratique médicale, où souvent les signes d'auscultation ne permettent pas de déterminer avec certitude sur quelle moitié du cœur porte une lésion valvulaire. »

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Exemple remarquable de foudre verticalement ascendante.* Note de M. A. TRÉCUL.

« Pendant l'orage de jeudi soir, 19 août, il y eut des cas de foudre qui me paraissent dignes d'être signalés à l'Académie. Les étincelles, ou plutôt les traits fulgurants qui traversaient horizontalement la nue, avaient une dimension extraordinaire. Quelques-uns avaient en apparence la largeur de ma main, c'est-à-dire environ $0^{m},08$ à $0^{m},09$; mais ce ne sont pas ceux-là que je veux signaler. Plusieurs autres s'élevaient verticalement, de

derrière les arbres de la place Jussieu, à une distance qui devait être comprise dans l'enceinte de l'Entrepôt des vins. Il me semble qu'ils partaient de paratonnerres de cet entrepôt, que pourtant je ne distinguais pas, la nuit commençant.

» Le premier que j'aperçus, et quelques autres ensuite, s'élevaient isolément, puis s'éteignaient à une petite hauteur, en s'épanouissant en un magnifique éclair à peu près circulaire, dont la lumière diminuait du centre à la circonférence. L'un de ces épanouissements, moins étendu que les précédents, plus nettement délimité au sommet que sur les côtés, très lumineux, avait une figure obovée, large de $0^m,20$ à $0^m,25$, terminant la colonnette de feu.

» Enfin, à deux reprises, je vis deux de ces colonnettes lumineuses, s'élevant simultanément et parallèlement, à une distance que je jugeai égale à l'intervalle de deux paratonnerres voisins. A une certaine hauteur, qui ne devait guère dépasser celle des paratonnerres, elles se précipitaient l'une vers l'autre, exactement à angle droit. Elles étaient alors terminées en pointe et s'éteignaient, sans déflagration et sans bruit, avant de s'être réunies. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Dominique-Alexandre Godron*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Nancy.

Cette nouvelle est communiquée à l'Académie par une Lettre de M. Paul Godron, fils de notre regretté Correspondant.

MEMOIRES LUS.

M. Ch. Brame donne lecture d'une Note portant pour titre : « Des cyclides et des encyclides ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Le Soleil induirait sensiblement la Terre alors même que son pouvoir magnétique serait simplement égal à celui de notre globe. Induction de la Lune par la Terre et variation diurne lunaire des boussoles terrestres;* par M. QUET.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Le Soleil induit la Terre de diverses manières : par sa rotation, par la vitesse du globe sur l'orbite, par la rotation de la Terre et par les variations qu'il éprouve dans sa constitution électrique. Je montrerai plus tard que les forces électromotrices dues aux trois premières causes sont la première environ 14 fois plus grande que la deuxième, et celle-ci environ 72 fois plus forte que la suivante. C'est de l'induction due à la révolution de la Terre que je vais m'occuper; si elle est sensible, la résultante des trois forces le sera aussi. Avant de traiter cette question, il est bon de rechercher jusqu'à quel point la Terre induit avec efficacité les conducteurs qui, à sa surface, sont animés de très faibles vitesses relatives.

» J'ai mis à plat, sur une table, un multiplicateur rectangulaire dont le fil communiquait par ses deux bouts avec les extrémités fixes du fil d'un galvanomètre. Pendant une demi-révolution du multiplicateur, qui était produite autour d'un axe parallèle aux longs côtés du rectangle et très rapproché de l'un des faisceaux du fil, la vitesse du milieu du faisceau le plus éloigné de l'axe était à très peu près de $0^{m},1$ par seconde et l'aiguille du galvanomètre se déviait de plus de 85°. La théorie de ces sortes d'expériences permet de passer du fait observé dans un lieu déterminé au fait général et d'en conclure que, sur tous les points du globe, l'induction des conducteurs en mouvement relatif produit des effets sensibles lorsque la vitesse est de $0^{m},1$, pourvu que la direction de cette vitesse ne fasse pas un trop petit angle avec celle de l'aiguille d'inclinaison. Comme le mouvement de rotation commun à la Terre et au conducteur ne produit pas d'induction, on peut en faire abstraction et regarder dans ce qui précède la vitesse relative comme une vitesse absolue.

» Admettons maintenant que la Terre et le Soleil aient le même pouvoir magnétique, de telle sorte que, à parité de longitude et de latitude, l'origine des longitudes étant convenablement choisie, la déclinaison, l'incli-

naison et l'intensité magnétiques soient égales sur les deux surfaces. Il est clair que deux conducteurs égaux éprouveront des inductions égales s'ils sont placés en deux points correspondants des deux surfaces, et qu'ils soient animés de vitesses relatives égales et inclinées du même angle sur les directions des deux forces magnétiques. Le conducteur qui se mouvra à la surface du Soleil avec une vitesse relative de $0^m,1$ éprouvera donc une induction sensible, comme nous l'avons montré par une expérience faite sur la Terre.

» Menons un rayon vecteur du centre du Soleil à celui de la Terre, et concevons le conducteur placé sur ce rayon tour à tour à la surface du Soleil et au centre de la Terre. Dans ces deux positions, il se mouvra parallèlement à la direction que suit le globe, et il aura sur le Soleil une vitesse relative de $0^m,1$ et dans le globe une vitesse égale à celle de la Terre. Il s'agit de comparer les deux forces électromotrices produites dans ces deux conditions.

» En général, la force électromotrice produite par le Soleil sur un conducteur et due à la vitesse de ce dernier est proportionnelle au produit de trois quantités : la force magnétique D de l'astre au point où se trouve le conducteur, la vitesse V de ce mobile, et le sinus de l'angle d que la direction de la vitesse fait avec celle de la force magnétique. Sa valeur est donnée par cette formule

$$F = \frac{KDV \sin d}{2}.$$

Sur un même rayon vecteur mené du centre du Soleil, la force magnétique, qui reste sensiblement parallèle à elle-même, varie à peu près en raison inverse des cubes des distances; elle s'affaiblit donc beaucoup lorsque la distance devient très grande. Mais cela n'empêche pas que la force électromotrice ne puisse conserver une valeur très notable : il suffit en effet que, par compensation, la vitesse devienne assez grande. Cette force ne changerait même pas si la vitesse, restant parallèle à elle-même, variait en raison directe du cube des distances.

» Si le conducteur placé au centre de la Terre avait une vitesse absolue de $0^m,1$, la force électromotrice qu'il éprouverait serait 9887158 fois plus faible qu'à la surface du Soleil, ce nombre étant le cube de 214,68 et la distance de la Terre au Soleil étant de 214,68 rayons solaires. Sa force électromotrice resterait la même que sur le Soleil si sa vitesse devenait 9887158 fois $0^m,1$, ou de $988715^m,8$. Comme cette dernière vitesse est envi-

ron 32 fois plus grande que celle de la Terre, il s'ensuit que le conducteur éprouvera une induction 32 fois plus faible qu'une force dont les effets sont rendus sensibles par des expériences faites sur la Terre; elle est donc elle-même une force sensible, et à plus forte raison en est-il ainsi de la résultante des trois inductions.

» On arriverait à une conclusion analogue si aux points correspondants de la Terre et du Soleil, la déclinaison et l'inclinaison restant les mêmes, l'intensité magnétique était 2, 3, ... fois plus faible sur le Soleil que sur la Terre. Si l'on remarque que dans notre expérience on aurait pu très notablement diminuer la vitesse de rotation du multiplicateur sans que l'écart de l'aiguille du galvanomètre cessât d'être sensible, on en conclura que l'induction de la Terre par le Soleil ne pourrait être insensible que si le pouvoir magnétique de l'astre était de beaucoup inférieur à celui de la Terre. Cette grande faiblesse de pouvoir magnétique n'est pas probable, et il est naturel de supposer, au contraire, un grand pouvoir magnétique à un astre qui, sous tant de rapports, jouit d'une puissance énorme.

» Par ce genre de raisonnement, et sans être obligé de faire d'hypothèse, on verra facilement que l'induction de la Lune due à sa révolution autour de la Terre donne lieu à une force électromotrice qui est 21 fois plus petite que celle dont les effets sont rendus sensibles par une expérience faite sur la Terre, et qui, par conséquent, est elle-même sensible. Comme l'induction du satellite produite par la rotation de la Terre est 27 fois environ plus grande que la précédente, ainsi que nous le verrons plus tard, la résultante sera une force sensible, et il en sera de même de la réaction sur les courants électriques particulaires de la Terre, ce qui nous conduira à une variation diurne des boussoles terrestres qui est réglée sur les heures lunaires. »

M. P.-A. Picard adresse une Note relative au mouvement alternatif d'une machine magnéto-électrique actionnée par le courant d'une machine dynamo-électrique, mouvement qui a été signalé dans une Note récente de M. *A. Gérard*, portant pour titre : « Sur un paradoxe électro-dynamique ».

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, P. Thenard.)

M. A. Netter adresse une Note intitulée : « Fait expérimental démontrant que, chez les fourmis, il n'y a ni langage antennal ni échange d'idées ».

(Commissaires : MM. H. Milne Edwards, Ém. Blanchard.)

M. Mourgue adresse un Mémoire portant pour titre : « Origine, nature et rôle économique des atterrissements primitifs ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert, Des Cloizeaux.)

M. Mourgue adresse une Note « Sur le rôle de la phlogose névrasculaire pneumogastrique dans les maladies du cœur ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. Edm. Lippmann adresse un Mémoire intitulé : « De l'alimentation dans le 22e régiment de dragons ».

(Renvoi à l'examen de M. Larrey.)

M. Rattier adresse une Note concernant un moyen de combattre le Phylloxera par l'échaudage des vignes.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Le Mémoire de M. J. Boussingault sur la fermentation alcoolique rapide, dont un extrait a été inséré aux *Comptes rendus* de la séance précédente, est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Chevreul, Pasteur et Wurtz.

M. Poincaré demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat son Mémoire sur les formes cubiques ternaires et quaternaires, sur lequel il n'a pas été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *W.-A. Goodyear*, publiée par ordre du gouvernement du Salvador, sur les phénomènes volcaniques survenus en décembre 1879 et janvier 1880, dans la région d'Ilopango, département de San Salvador. (Cette Brochure est transmise à l'Académie par le Consul général de la République du Salvador.)

2° Deux Ouvrages de M. *J. Cral*, écrits en langue allemande et portant

pour titres : « Manuel du service télégraphique, 3e édition, 1880 », et « Les éléments du service télégraphique, 8e édition, 1880 ».

PHYSIQUE. — *Sur les variations du coefficient de dilatation du verre.* Note de M. **J.-M. Crafts**, présentée par M. Friedel.

« Dans des Communications précédentes, j'ai essayé de compléter les expériences d'autres observateurs et de résumer les théories les plus importantes sur les variations des points fixes des thermomètres; mais il reste à discuter la question de la variation du coefficient de dilatation du verre : ce phénomène, qui présente un inconvénient bien plus grave que les variations déjà observées des points fixes, paraît avoir échappé jusqu'ici à tous ceux qui se sont occupés du sujet.

» Si la boule d'un thermomètre se contracte d'une manière permanente, toute la colonne de mercure est déplacée sur l'échelle, d'un certain nombre de degrés, et l'on corrige chaque observation de température en déduisant ce chiffre du nombre observé; mais, si le coefficient de dilatation varie, l'intervalle entre deux points fixes varie en conséquence et la graduation devient inexacte. Des thermomètres chauffés longtemps à 355° ont eu leur coefficient de dilatation diminué, de sorte que, pendant que le point zéro est monté de t degrés, le point 100 est monté à $100 + t + t'$. La Table suivante fait voir la valeur de cette variation sur sept thermomètres :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Déplacement du zéro.....	23,0	24,0	26,0	16,6	11,0	15,8	11,7
Déplacement du point 100.	23,9	24,45	26,85	17,1	11,7	16,6	12,2
Intervalle de 0° à 100°....	100,9	100,45	100,85	100,5	180,7	100,8	100,5

» On ne peut pas attribuer une grande exactitude à ces chiffres, parce qu'un système erroné de graduation ou un calibrage défetueux peut influer sur les résultats. On a cherché une preuve plus positive de l'existence de ce phénomène, en faisant des expériences avec un thermomètre à poids. Le coefficient moyen de dilatation du verre, k, fut déterminé par la méthode de Regnault entre 0° et 100°, et entre 0° et 216°,14. Le thermomètre fut alors vidé de mercure, renfermé dans un tube scellé pour le protéger contre la poussière, chauffé dans le soufre bouillant pendant cent heures et refroidi graduellement pendant cinquante heures. La Table suivante

donne les valeurs du coefficient moyen de dilatation k_a avant le chauffage et k_b après le chauffage :

0° - 100°....	k_a = 0,00002788,	0,00002788,	0,00002781,	0,00002779,
»	k_b = 0,00002743,	0,00002740,	0,00002740,	0,00002739,
0° - 216°,14.	k_a = 0,00002979,			
»	k_b = 0,00002914.			

» La variation du coefficient observée n'aurait augmenté que d'environ 0°,28 la valeur de 100° sur l'échelle de ce thermomètre; mais l'effet moins prononcé de la chaleur, dans ce cas, s'explique probablement par le fait que le réservoir de ce thermomètre était formé d'un tube en verre rançais ordinaire, tandis que les thermomètres examinés plus haut avaient des boules soufflées à la lampe. On remarque que la valeur de la variation du coefficient devient plus considérable pour la plus haute température.

» Un plus grand nombre d'observations à des températures différentes permettrait de calculer la loi qui fixe les valeurs de k suivant la formule

$$k_t = a + bt \mp ct^2,$$

et il serait intéressant de déterminer si ces valeurs deviennent identiques pour une même espèce de verre après un long chauffage et un refroidissement lent. Cette question a une importance pratique pour la fabrication des thermomètres, parce que, s'il est exact de supposer que les irrégularités dans le coefficient de dilatation d'un verre puissent venir des divers degrés de tension (¹) produits pendant le soufflage de la boule, et que l'on puisse les faire disparaître par le traitement indiqué dans ces essais, on pourrait revenir à l'idée de Regnault de définir les espèces de verre par leur composition chimique, de sorte que, en déterminant le coefficient de dilatation propre à chaque espèce, on pourrait déterminer d'avance la marche d'un thermomètre fait avec ce verre. Un verre contenant une forte proportion d'oxyde de plomb serait convenable pour ces études, parce que toutes les recherches de Regnault, aussi bien que les observations que l'on vient de décrire sur la dépression plus faible des points zéro, indiquent l'usage du cristal pour des thermomètres qui doivent servir à des mesures

(¹) L'existence d'un état de tension dans le verre refroidi brusquement paraît être démontrée par les expériences de M. Dufour, qui a trouvé qu'il y a un dégagement de chaleur quand on fait éclater les larmes bataviques. M. Dahlander a observé qu'une tension mécanique appliquée à un fil métallique augmente son coefficient de dilatation par la chaleur.

très exactes de température jusqu'à 150°. Ce sont des questions que je n'ai pas essayé de poursuivre plus loin; ces recherches ont eu pour but de trouver les moyens pratiques de remédier aux plus graves inconvénients des thermomètres destinés à servir à de hautes températures.

» L'usage est déjà répandu de thermomètres à échelle limitée, c'est-à-dire ayant une échelle qui n'indique que les températures entre deux points choisis comme limites, 200° à 300° par exemple, et ces thermomètres sont les seuls qui doivent être employés dans des expériences exactes à de hautes températures, parce que ce sont les seuls qui permettent de chauffer toute la colonne de mercure. Les thermomètres à échelle limitée que l'on fabrique à Paris ont l'avantage sur les thermomètres allemands de donner le point zéro et quelques divisions jusqu'à 4° ou 5°; à partir de là, un réservoir soufflé sur la tige reçoit le mercure correspondant à la partie de la tige que l'on veut supprimer (de 5° à 200° par exemple). On voit facilement qu'un déplacement considérable du point zéro dans un tel thermomètre fait monter le mercure dans le réservoir, et il est très important de rendre la boule incapable de se contracter avant de remplir le thermomètre. Un essai dans cette direction, fait avec un thermomètre en verre ordinaire français et avec un autre en verre de soude allemand très fusible, démontre que l'on peut arriver à un bon résultat en chauffant pendant cent heures dans le soufre bouillant et en refroidissant lentement pendant cinquante heures. Ces thermomètres furent ensuite remplis de mercure, laissés pendant deux mois en repos, et leurs points zéro furent déterminés; après ce traitement, on les chauffa pendant quarante-huit heures à 355°, et l'on trouva que les points zéro avait monté de moins de un degré. Il faudrait essayer si une autre opération, plus facile à exécuter dans une fabrique, ne pourrait pas donner des résultats encore meilleurs; on pourrait, par exemple, employer un refroidissement très lent et mettre une semaine pour faire passer un thermomètre de la chaleur rouge sombre à la température ordinaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide tungstoborique*. Note de M. D. KLEIN, présentée par M. Wurtz.

« Quand on introduit dans une solution d'un tungstate alcalin, maintenue à l'ébullition, de l'acide borique, il ne se produit pas de dépôt d'acide tungstique : il se forme des borates et un paratungstate. Le tungstate de

sodium donne lieu, en particulier, à la réaction exprimée par l'équation

$$12Na^2O, TuO^3 + 28BoO^3H^3$$
$$= 5Na^2O, 12TuO^3 + 7(Na^2O, 2Bo^2O^3) + 42H^2O.$$

Le sel correspondant de potassium donne lieu à une réaction analogue, ne différant de celle-ci que par la nature des borates formés.

» Avec le tungstate de sodium on obtient une eau mère très dense, qui finit par abandonner des cristaux de paratungstate et un sel en masses radiées qu'une cristallisation subséquente décompose en borax et paratungstate de sodium. C'est probablement une combinaison moléculaire de ces deux sels. Quand on augmente la proportion d'acide borique et qu'on prolonge l'ébullition, on donne lieu à la production de sels particuliers. En maintenant à l'ébullition pendant quatre à cinq heures 500^{gr} de tungstate de sodium et 750^{gr} d'acide borique dissous dans 4^{lit} d'eau, et séparant les produits formés par voie de cristallisations successives, nous avons d'abord obtenu divers polyborates de sodium, puis comme résultat final environ 500^{gr} d'une eau mère d'une densité supérieure à 3. Ce liquide, abandonné à lui-même pendant un mois, a fini par se prendre en une masse visqueuse, blanchâtre et opaque, ayant tout à fait la consistance d'un mastic. Jusqu'à présent nous n'avons pu en extraire aucun produit offrant assez de garanties de pureté pour être susceptible d'analyse.

» Avec les sels de potassium on obtient une réaction beaucoup plus nette; les cristallisations s'opèrent avec une facilité remarquable.

» Quand on opère comme il a été dit ci-dessus, avec poids égaux d'hydrate borique et de tungstate de potassium, on obtient par concentration et refroidissement :

» 1° Un dépôt d'acide borique et de pentamétaborate monopotassique $Bo^5O^{10}KH^4 + 2H^2O$;

» 2° Un sel en cristaux aciculaires, qui se dépose ensuite (sel A);

» 3° Une cristallisation confuse, mélange de divers sels;

» 4° Un deuxième sel en cristaux aciculaires analogue au premier, mais de composition différente (sel B);

» 5° Une cristallisation confuse, mélange de divers sels, dont quelques-uns fort solubles.

» Nous n'avons pu convenablement étudier, jusqu'à présent, que le premier sel aciculaire (sel A). Il est aisé de le purifier par cristallisations et lavages à l'alcool. Ce sel est assez soluble dans l'eau; à 20°, 9 parties d'eau

en dissolvent environ 5 parties. A chaud, l'eau en dissout trois à quatre fois son poids. La densité de sa solution saturée à 20° est 1,36.

» Son analyse présente certaines difficultés; nous avons dû appliquer à l'acide borique qu'il renferme le seul procédé analytique employé : l'expulsion par le traitement à l'acide fluorhydrique et l'évaluation par différence.

» La potasse et l'acide tungstique ont été dosés par le procédé de M. Margueritte. Nous avons obtenu les résultats suivants :

Eau chassée à 190°	8,02	7,73	7,90
Perte par calcination	1,40	1,35	»
Acide tungstique	81,23	81,08	80,79
Potasse	6,90	6,66	»
Anhydride borique et perte (par différence)	2,45	3,18	»
Total	100,00	100,00	»

» La perte par calcination comprend évidemment une certaine proportion d'acide borique; elle ne représente pas tout entière l'eau combinée, dont les dernières traces ne s'en vont que difficilement. En chauffant ce sel avec ménagement à une température voisine du rouge sombre jusqu'à cessation de perte de poids, et évitant toute influence réductrice, on le décompose totalement; il jaunit : la perte par calcination est alors limitée à 0,7 pour 100. Telle est, probablement, la proportion à laquelle s'élève l'eau qu'une température de 190° ne chasse pas.

» Nos analyses concordent assez bien avec la formule :

11 Aq	7,64
2HO	1,39
$9TuO^3$	80,93
$2K^2O$	7,29
Bo^2O^3	2,85
	100,00

» Sur les 2^{mol} d'eau de constitution, 1^{mol} se sépare au-dessous de 190°, l'autre au rouge sombre.

» Nous faisons des réserves quant à l'existence dans ce sel de 2^{mol} d'eau de constitution; ce qui, toutefois, rend leur existence probable, c'est qu'il possède une réaction acide assez tranchée et que 1^{mol} d'eau au moins ne se sépare qu'à une température assez élevée.

» La proportion d'acide carbonique chassée en fondant ce tungstoborate desséché à 190° avec un poids donné de carbonate de soude concorde avec les nombres que nous a donnés l'analyse.

» Cette perte, dans deux essais, a été de 17,71 pour 100 et de 17,54 pour 100, rapportée à 100 parties de sel à 11^{mol} d'eau de cristallisation.

» Dans les conditions de l'expérience, 1^{mol} d'anhydride borique déplace 2^{mol} d'acide carbonique; quant à l'anhydride borique, on sait qu'il se substitue à l'acide carbonique équivalent à équivalent.

» Le calcul nous a donné, pour la perte de poids dans cet essai,

$$9CO^2 + H^2O = 17,56 \text{ pour } 100.$$

» L'acide tungstoborique diffère, quant à sa constitution, de divers autres acides borotungstiques que nous avons pu préparer; c'est l'analogue de l'acide décatungstique inconnu,

$$10\left(Tu \begin{matrix} \diagup O,OH \\ \diagdown O,OH \end{matrix}\right) - 6H^2O = (TuO^3)^{10}, 4H^2O.$$

» Il se forme par l'union à 9^{mol} d'acide tungstique, de 1^{mol} d'hydrate dimétaborique $Bo^2O^2 \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown OH \end{matrix}$, avec élimination de 6^{mol} d'eau. Sa formation est exprimée par l'équation suivante :

$$9\left(Tu \begin{matrix} \diagup O,OH \\ \diagdown O,OH \end{matrix}\right) + \left(Bo^2 \begin{matrix} \diagup O,OH \\ \diagdown O,OH \end{matrix}\right) - 6H^2O = 9TuO^3, Bo^2O^3, 4H^2O$$

» Nous avons pu isoler cet acide, en employant la méthode suivie par M. de Marignac pour préparer les acides silicotungstiques.

» L'acide tungstoborique rend donc probable pour l'acide tungstique l'existence d'anhydrohydrates supérieurs à l'acide métatungstique, de véritables acides polytungstiques analogues aux acides polymolybdiques, qui, eux, sont parfaitement étudiés.

» Ainsi se trouve confirmée une des prévisions d'Auguste Laurent.

» Il est plus que probable, il est même certain pour nous que Laurent, ayant étudié les borates et les tungstates, doit forcément avoir obtenu le sel que nous signalons, ou un sel analogue, qu'il aura pris pour un tungstate.

» Nous n'en avons cependant pas trouvé trace dans ses Œuvres; mais, par le seul fait qu'il a étudié séparément les borates et les tungstates, il a dû rechercher les réactions réciproques de ces sels et de leurs acides générateurs ([1]). »

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la distillation de la colophane.* Note de M. AD. RENARD, présentée par M. Wurtz.

« Les produits de la distillation de la colophane, soumis à de nombreuses distillations fractionnées, après avoir été agités avec de la lessive de soude pour les débarrasser de plusieurs acides de la série grasse, fournissent, entre autres hydrocarbures que je me propose d'étudier, un carbure bouillant de 103° à 106°, dont l'étude fait l'objet de la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Pour l'avoir pur, on le lave une dernière fois avec de la lessive de soude, on le sèche sur du chlorure de calcium, on le laisse ensuite en contact pendant quelque temps avec du sodium, puis enfin on le distille sur un fragment de ce même métal dans un courant d'acide carbonique.

» Il a donné à l'analyse les résultats suivants :

			C^7H^{12} exige
C..............	87,2	87,3	87,5
H..............	12,7	12,7	12,5
			100,0

qui conduisent à la formule C^7H^{12}, confirmée par sa densité de vapeur, qui a été trouvée égale à 3,22 (théorie, 3,31).

» Ce carbure, pour lequel je propose le nom d'*heptène*, est incolore, mobile; il possède une odeur particulière, il est soluble dans l'alcool et l'éther. Sa densité à $+20° = 0,8031$. Il est sans action sur la lumière polarisée. Il bout de 103° à 106°.

» Placé sur le mercure dans une cloche pleine d'oxygène, il absorbe rapidement ce gaz, en même temps qu'il se forme une très petite quantité d'acide carbonique.

» Il est sans action sur les solutions ammoniacales de chlorure cuivreux ou de nitrate d'argent.

» Traité par le chlore, il fournit des produits résineux en dégageant de l'acide chlorhydrique. Le brome réagit sur lui avec violence en dégageant de l'acide bromhydrique.

» En faisant tomber ce corps goutte à goutte sur le carbure refroidi et abandonnant ensuite le mélange, en présence d'un excès de brome, pendant deux ou trois jours à l'ombre, on obtient un liquide épais qui, lavé à l'eau alcaline pour enlever l'excès de brome, laisse une huile lourde, oran-

gée, qui, traitée par l'éther, laisse déposer un composé bromé cristallisé que l'on purifie par quelques cristallisations dans l'éther bouillant et dont l'analyse conduit à la formule $C^7H^6Br^6$. Ce corps fond à 134° et, vers 150°, se décompose en dégageant de l'acide bromhydrique.

» Si dans l'opération précédente on abandonne le mélange en présence d'un excès de brome pendant huit ou dix jours au soleil, jusqu'à ce que tout dégagement d'acide bromhydrique ait cessé, on obtient un dérivé hexabromé liquide, isomère du précédent, qui se présente sous forme d'une huile très épaisse, de couleur brune. Comme son isomère solide, l'heptène hexabromé liquide se décompose vers 150° en dégageant de l'acide bromhydrique.

» Enfin le brome peut encore donner avec l'heptène un bibromure $C^7H^{12}Br^2$. Pour l'obtenir on fait tomber goutte à goutte une solution du carbure dans l'éther dans une solution de brome également dans l'éther et bien refroidie. Les deux corps se combinent sans dégagement d'acide bromhydrique. On cesse d'ajouter du carbure un peu avant que la liqueur de brome soit complètement décolorée. En l'abandonnant ensuite à l'évaporation spontanée dans des capsules, on obtient le bibromure sous forme de cristaux blancs très instables, qui, quelques minutes après leur formation, verdissent en dégageant de l'acide bromhydrique. Ce n'est qu'en déterminant la quantité de brome nécessaire pour saturer un poids connu d'heptène, ce dont on est averti par la coloration rouge que prend la liqueur, que j'ai pu arriver à établir sa composition.

» L'acide nitrique fumant réagit sur l'heptène avec beaucoup de violence en donnant naissance à des produits résineux. Avec l'acide nitrique de densité 1,15, l'attaque est calme et ne commence que vers 80°. Il ne se produit pas de vapeurs nitreuses, mais il se dégage de l'oxyde de carbone mélangé d'un peu d'acide carbonique en même temps qu'il distille un mélange d'acide acétique et d'acide formique. Quant au résidu de l'opération, après l'avoir fait bouillir quelque temps avec de l'acide nitrique ordinaire pour dissoudre la petite quantité de résine qui a pris naissance, on le soumet à l'évaporation, et par le refroidissement on obtient une masse cristalline formée par un mélange d'acide oxalique et d'acide succinique.

» L'heptène, traité par l'acide chlorhydrique gazeux, se colore en vert foncé sans produire de chlorhydrate; il en est de même si l'on fait usage de sa solution dans l'alcool ou l'éther. Chauffé à 100° en tube scellé avec de l'acide chlorhydrique aqueux, il n'est pas sensiblement attaqué et on le retrouve à peu près intact après l'opération.

» Traité par l'acide sulfurique ordinaire, ou mieux l'acide sulfurique fumant, l'heptène s'échauffe en dégageant de l'acide sulfureux. En opérant avec précaution et en refroidissant, presque tout le carbure se dissout dans l'acide. Après vingt-quatre heures de contact, en ajoutant de l'eau, on voit remonter une couche huileuse qui, distillée après avoir été lavée à la soude et séchée sur du chlorure de calcium, commence à bouillir vers 110°; il passe alors de l'heptène non altéré, puis la température monte rapidement au delà de 200°. En soumettant à des distillations fractionnées les produits recueillis de 200° à 250°, on obtient un carbure polymère du premier, le *diheptène* $C^{14}H^{24}$, bouillant de 235° à 240°, qu'on purifie par une dernière distillation sur du sodium dans un courant d'acide carbonique.

» Soumis à l'analyse, il a donné les résultats suivants :

		$C^{14}H^{24}$ exige
C	86,9	87,5
H	12,2	12,5
		100,0

» Ce carbure est très oxydable; exposé à l'air, il se résinifie rapidement. Introduit au-dessus du mercure dans une éprouvette pleine d'oxygène, il absorbe ce gaz huit à dix fois plus vite que l'heptène. Il est sans action sur la lumière polarisée. Quant à la liqueur acide provenant de l'action de l'acide sulfurique sur l'heptène, elle renferme une petite quantité d'un acide sulfoné, dont le sel de baryum est très soluble et incristallisable.

» Enfin l'heptène peut s'unir avec les éléments de l'eau pour former un hydrate cristallisé, sur lequel je me propose de revenir prochainement, et que l'on obtient en abandonnant dans des ballons incomplètement bouchés quelques centimètres cubes de carbure et d'eau [1]. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le projet d'établissement d'une station hospitalière aux sources de l'Ogöoué, par le Comité français de l'Association africaine.* Note de M. **Mizon**, présentée par M. de Lesseps.

« La production industrielle s'est considérablement développée en Europe, pendant que les nations autrefois tributaires des usines européennes se sont appliquées à manufacturer chez elles les produits ouvrés que nos

(1) Je me fais un devoir de signaler à l'Académie le concours que m'a prêté dans ce travail M. Henri Rôze, élève du laboratoire de l'École d'industrie de Rouen.

industriels exportaient. Les débouchés diminuaient en même temps que s'augmentait le nombre des fabriques européennes, et c'est ainsi que s'explique, en grande partie du moins, la crise commerciale et industrielle que subit l'Europe. Il importe de rechercher de nouveaux marchés de consommation.

» La Chine, avec ses 400 millions d'habitants, paraissait devoir consommer des quantités de produits européens; mais les Chinois, trompant notre attente, achetant peu et nous vendant leurs matières premières, attirent à eux le numéraire européen.

» L'Afrique, que l'on considérait comme un vaste désert inhabité, s'est heureusement révélée à l'Europe, toute différente, grâce aux voyages entrepris depuis le commencement du siècle. Très fertile, peuplée de près de 120 millions d'habitants qui sont avides de marchandises européennes, l'Afrique semble destinée à absorber largement tout l'excès de la production européenne. Les nations européennes ont toutes vu cet avenir, et chacune d'elles cherche le meilleur moyen de pénétrer à son profit dans l'intérieur du continent africain, par la voie la plus courte ou la plus économique.

» Au point de vue de son exploitation commerciale, l'Afrique peut être divisée en sept régions, dont cinq, connues, sont en contact avec les Européens. Les deux dernières régions, qui sont les plus vastes, les plus peuplées, et plus importantes que les cinq premières réunies, comprennent le bassin du Niger et celui du Congo. Le bassin du Niger est peuplé d'environ 20 millions d'habitants; celui du Congo de 40 millions.

» Les essais tentés jusqu'ici pour pénétrer directement dans les bassins du Niger et du Congo, en remontant ces fleuves à partir de leur embouchure, ont malheureusement été infructueux. Le delta du Niger, marécageux, sous un climat torride, semble interdire toute organisation permanente. Le Congo, navigable pendant 80 milles jusqu'aux chutes de Yellaba, devient aussitôt impraticable sur un espace de 250 milles, jusqu'à Stanley-Pool, à cause des sauts et des rapides. A partir de Stanley-Pool, le fleuve, sur un cours de 3000^{km}, n'a qu'un seul obstacle.

» Il était évident que, pour arriver à l'exploitation régulière des deux grands et riches bassins du Niger et du Congo, il fallait éviter leurs embouchures, les tourner; or, de toutes les nations européennes, la France est celle qui est dans la meilleure situation pour tenter cette entreprise et y réussir. En effet, deux fleuves secondaires, partant de nos colonies du Sénégal et du Gabon, et s'enfonçant dans l'intérieur, ne sont séparés du

Niger et du Congo que par des plateaux étroits. Qu'une route soit frayée ou qu'une voie ferrée soit installée sur ces plateaux séparatifs, et aussitôt les deux grandes routes commerciales du Soudan viendront déboucher, l'une dans notre colonie du Sénégal, l'autre dans notre comptoir du Gabon.

» Nos établissements du Sénégal, réduits, il y a trente ans, aux quatre points de Saint-Louis, Gorée, Bakel et Joal, se sont étendus vers l'intérieur; notre commerce, affranchi des tributs que l'on payait aux riverains, a pu s'effectuer en toute sécurité; le pavillon français a flotté sur le haut Sénégal et sur la Faleiné. MM. Mage et Quentin ont pénétré jusqu'à Segou et parcouru le plateau qui *joint* les deux fleuves.

» La route commerciale du Niger est donc connue, ouverte. Aujourd'hui une mission étudie cette route, et dans quelques années les produits du Bornou, après avoir descendu le Binoué, remonté le Niger pour redescendre le Sénégal, arriveront à Saint-Louis ou à Dakar après avoir parcouru 800 lieues en eau.

» Si l'on examine le bassin du Congo, plus vaste, plus peuplé que celui du Niger, on est frappé d'y voir une situation identique : un vaste fleuve pénétrant au cœur de l'Afrique, traversant des régions fertiles, peuplées, d'après les estimations des derniers voyageurs, d'environ 40 millions d'habitants; une embouchure qui ne permet pas de le remonter à partir de la mer. Mais, comme pour compléter la similitude, un autre fleuve, l'Ogöoué, débouchant dans notre colonie du Gabon, permet d'arriver jusqu'à un point où, par la traversée d'un plateau sablonneux, sans ondulations appréciables, sans végétation, on arrive à la partie navigable du Congo.

» En 1867, le Congo n'était connu que par les dires des Noirs. A cette époque, le Delta fut visité et le fleuve exploré, jusqu'à sa jonction avec le N'Goumié, par les canonnières de la station. Des chaloupes à vapeur, appartenant à des maisons de commerce, le remontèrent jusqu'à Sam-Quita, où des factoreries furent fondées : ces factoreries existent encore et reçoivent les produits du haut Ogöoué, c'est-à-dire l'ébène, l'ivoire, le bois rouge, qui, s'il n'est pas d'une grande valeur commerciale, assure aux navires venant au Gabon un fret de retour, et surtout le caoutchouc, employé aujourd'hui à tant d'usages et devenu l'une des matières premières les plus recherchées.

» MM. de Brazza et Ballay ont remonté l'Ogöoué et traversé le plateau qui sépare ce fleuve de l'Alima, grand affluent du Congo, sans saut ni rapide, se jetant dans le fleuve au-dessus de sa dernière chute.

» Le Comité français de l'Association africaine va fonder une station aux sources de l'Ogöoué, près du plateau où prennent naissance, avec l'Ogöoué,

l'Alima et la Licona, toutes deux tributaires du Congo; il est vraisemblable que, de ce plateau, d'autres rivières doivent couler vers le Binoué ou le Chiré. Dans ce dernier cas, le niveau du lac Tchad étant peu inférieur à celui du plateau, on peut supposer que ces rivières auraient un lit peu accidenté et qu'en conséquence une nouvelle voie serait ouverte, de ce côté, au commerce du Soudan, qui viendrait aboutir tout entier à nos deux colonies du Sénégal et du Gabon.

» La station que le Comité français de l'Association africaine va fonder sur le haut Ogöoué sera scientifique et hospitalière :

» *Scientifique,* elle poursuivra la reconnaissance hydrographique du haut fleuve; elle étudiera le pays environnant au point de vue de la Géographie, des produits naturels du sol et des cultures qui pourraient y être faites, des conditions de l'exploitation commerciale de la contrée.

» *Hospitalière,* et organisée dans ce but militairement, sur le modèle des postes sénégalais, elle prêtera un appui constant et désintéressé aux voyageurs, aux commerçants, à tous ceux qui, ayant un but scientifique, civilisateur ou commercial, viendront dans cette partie de l'Afrique; elle habituera les peuples de ces régions à la vue et au contact des Européens, elle leur fera connaître la France, dont le pavillon flottera sur la station. »

M. **Mangot** adresse un projet de construction de deux tunnels entre la France et l'Angleterre.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

ERRATA.

(Séance du 16 août 1880.)

Page 393, lignes 5 et 6, *au lieu de* ptomaires, *lisez* ptomaines.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AOUT 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Le* Vitis *Berlandieri, nouvelle espèce de vigne américaine.* Note de M. **J.-L. Planchon.**

« Quelque idée que l'on se fasse, au point de vue théorique, de la valeur de l'espèce, il faut bien en venir pratiquement à rechercher dans un genre les types centraux autour desquels se groupent des races, des variétés ou de simples variations. En ce qui concerne le genre *Vitis* proprement dit, c'est-à-dire les vignes à pétales soudés en calotte, ce travail de délimitation d'espèces présente des difficultés inextricables; je le poursuis néanmoins avec patience pour les vignes américaines, en cherchant, avant tout, à définir le mieux que je peux les types sauvages dont les variétés cultivées ne sont que des dérivés simples ou croisés. Pour le moment, dans cette Note sommaire, je me bornerai à tracer les caractères et à fixer la synonymie d'une vigne du Nouveau-Mexique et du Texas, dont la découverte botanique remonte à l'année 1834, mais dont la culture en Europe, relativement récente, m'a révélé l'autonomie, en me permettant de la distinguer du *Vitis*

monticola de Buckley, avec lequel tous les auteurs, moi compris, à la suite du savant botaniste Engelmann, l'avaient jusqu'à ce jour confondue.

» Le nom de Berlandier que je propose d'attacher à cette espèce est celui du botaniste voyageur suisse qui, le premier, la recueillit au Nouveau-Mexique ou au Texas en 1834. Elle porte dans sa collection vénale le n° 2412 (¹). Une forme un peu tomenteuse de l'espèce, recueillie sur le *Cerro de la Silla*, dans le Nouveau-Léon, porte dans la même collection le n° 3116. C'est celle que le Dr Engelmann avait nommée dans mon herbier *Vitis æstivalis*, var. *monticola*, en la regardant à la fois comme le *Vitis monticola* de Buckley et comme pouvant être une simple forme de son *Vitis canescens*, lequel est devenu depuis le *Vitis cinerea* de nos cultures (*Vitis æstivalis*, var. *cinerea*, Engelm.).

» Pour moi, le prototype du *Vitis Berlandieri*, à feuilles plus ou moins glabrescentes, sauf sur les nervures, est une curieuse vigne encore rare dans les cultures du midi de la France, où elle est surtout connue sous le nom de *Surett mountain*, nom fondé sur une grossière erreur de lecture, le mot anglais *sweet* (doux) ayant été pris pour *surett*, qui ne signifie absolument rien.

» Les graines de cette plante, reçues d'un pépiniériste très habile du Texas, M. Onderdonk, furent distribuées comme objet d'étude à plusieurs de ses clients par M. Donysset, de Montpellier. Semées en 1876 à l'École nationale d'Agriculture de la Gaillarde, sous la direction de M. G. Foëx, à l'École de Pharmacie par mes propres soins, ces graines ont donné des plants vigoureux sur lesquels j'ai pu retrouver les caractères des prétendus *monticola* de la collection Berlandier, et qui, presque tous semblables entre eux, sauf un pied de la forme tomenteuse, se distinguent aussi nettement que possible du véritable *monticola*, tel que feu Élias Durand l'a décrit d'après Buckley.

» Et d'abord ce vrai *monticola* est une vigne à raisins blancs, dont les grains, rappelant pour la grosseur le chasselas de Fontainebleau, ont un arome un peu spécial, s'approchant de l'odeur foxée ou de framboise. La pulpe en est légèrement tenace, comme celle des *Labrusca*, groupe que la plante rappelle d'ailleurs un peu par le duvet aranéeux de la face inférieure des feuilles. C'est l'espèce dont feu Durieu de Maisonneuve avait reçu les graines d'Élias Durand, qu'il avait vue fleurir et fructifier

(¹) Le voyageur américain Wright a récolté la même plante au Nouveau-Mexique, en 1850-1851, sous le nom d'*æstivalis* (collect. Wright, *in* herb. Mus. Paris).

à Bordeaux, dans le Jardin botanique, et dont mon ami M. Maxime Cornu a parlé dans ses études sur le *Phylloxera vastatrix*, publiées en 1878 dans le *Recueil des Savants étrangers* de l'Académie (t. XXVI, p. 22-23 du tirage). Plusieurs traits de cette plante la rapprochent des *Labrusca* plus que des *æstivalis*, dont les grains, en général petits, ont une pulpe fondante non foxée. Peut-être se rapprochera-t-elle davantage d'un groupe que j'appelle *Semi-Labrusca*, et dans lequel rentrent les *York's Madeira*, *Gaston Bazille*, *Franklin*, *Vialla* et autres formes cultivées.

» Quant au *Vitis Berlandieri* (que le public pourra nommer *Vigne Berlandier*), elle est remarquable par ses rameaux très nettement anguleux (pentagonaux sur l'axe primaire), caractère qu'on retrouve chez le Mustang (*Vitis candicans*), le Post-Oak (*Vitis Lincecumii*), le *Vitis cinerea*, mais qui manque chez les vrais *æstivalis*. Le duvet qui en occupe les feuilles adultes, les pétioles, les tiges, tantôt serré en couche grisâtre, tantôt clair-semé sur les nervures, se résout en petits flocons ramassés et non étirés en fils aranéeux comme ceux des *Labrusca*. Les vrilles sont discontinues; les feuilles des extrémités des jeunes pousses, au lieu d'être longtemps pliées en gouttière au-dessus des feuilles suivantes, comme chez les *Riparia*, sont étalées de bonne heure en lame plate et souvent teintée de rose. Par là notre espèce rappelle les *æstivalis*, dont elle diffère nettement par des rameaux anguleux. Les grappes de ses pieds fertiles sont pédonculées; les grains (baies), petits (comme un grain de poivre), noir violacé avec une légère fleur pruineuse; pulpe fondante, peu abondante, acidule et un peu âpre, peut-être par défaut de maturité (ils ne sont pas même en véraison en ce moment, 24 août 1880, à l'École d'Agriculture); graines (d'après l'échantillon de Wright), au nombre de deux, très largement ovoïdes, aplaties à leur face, très convexes sur le dos, à bec très court et très obtus, échancrées à l'extrémité; raphé peu saillant en avant, très enfoncé dans le sillon qui aboutit à la fossette chalazique (dans l'échantillon n° 2412 de Berlandier, une graine unique par avortement a sa face renflée, non aplatie, l'ensemble des caractères restant le même).

» Cultivé à souche basse, sans support, le *Vitis Berlandieri* étend en tous sens sur le sol un fouillis de rameaux grêles, garnis de feuilles de grandeur moyenne ou petites, orbiculaires ou cordiformes, entières ou trilobées, avec les lobes latéraux souvent peu marqués; sinus pétiolaire très ouvert; dents du pourtour largement triangulaires, courtes, mucronées; consistance épaisse, rigide; couleur vert intense en dessus, plus

pâle en dessous, mais avec un luisant particulier, presque de vernis, chez les formes glabrescentes; duvet grisâtre chez les formes tomenteuses.

» Insignifiante ou nulle pour la production directe, cette vigne sera probablement un porte-greffe de premier ordre en tant que résistance au Phylloxera. On a dit qu'elle ne portait jamais cet insecte. Je ne l'ai pas trouvé sur ses racines, ce qui ne prouve pas qu'il ne puisse y être. Les radicelles sont dures, à surface lisse, à rayons médullaires nombreux et étroits, bref avec tous les caractères que M. Foëx a assignés aux racines des espèces très résistantes. Reste à savoir les qualités que la plante présentera comme porte-greffe et comme adaptation aux divers sols.

» Pour compléter la synonymie de cette espèce, j'ajouterai que M. Guiraud, de Nîmes, l'a reçue de M. Onderdonk sous le nom de *Vitis monticola seedling* et que M. le Dr Davin, de Pignans (Var), l'a envoyée à l'École d'Agriculture de la Gaillarde sous le nom de *Vitis cordifolia coriacea*, en la considérant à tort comme identique avec la plante que j'ai décrite dans le journal *la Vigne américaine* (octobre 1878) sous le nom de *cordifolia crassifolia*. Cette dernière est bien un vrai *cordifolia* et, par ses rameaux non anguleux comme par l'ensemble de ses caractères, est tout à fait distincte du *V. Berlandieri*.

» C'est avec les *Vitis californica* Benth. et *arizonica* Engelm. qu'il faudra comparer la nouvelle espèce; mais les éléments de cette comparaison manquent encore, et mieux vaudrait provisoirement trop distinguer que de créer la confusion en unissant des choses distinctes. »

M. de Lesseps rend compte à l'Académie de la cérémonie de l'inauguration de la statue de Denis Papin, à Blois, et donne lecture du discours qu'il a prononcé au nom de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation et la compressibilité des gaz sous de fortes pressions*. Mémoire de M. É.-H. Amagat. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Jamin, Desains, Cornu.)

« J'ai déjà dit, dans une précédente Communication, que, si les courbes représentatives des résultats sont construites en portant les pressions sur les abscisses, et les produits pv sur les ordonnées, on obtient pour l'hydro-

gène des lignes sensiblement droites depuis la température ordinaire jusqu'à 100°. Pour les températures voisines du point critique, les courbes de l'acide carbonique et de l'éthylène deviennent très rapidement droites après l'ordonnée minima, et l'aspect du faisceau des courbes construites de 10° en 10° montre de suite que, la température croissant, celles-ci se relèvent dans leur ensemble et finissent par devenir des lignes droites sensiblement parallèles à la partie rectiligne dont il vient d'être question.

» Le coefficient angulaire de ces lignes a une importance considérable; en effet, d'après le choix des coordonnées, l'équation générale des courbes, étant $pv = f(p)$, devient, quand les lignes sont droites,

$$pv = \alpha p + b, \quad \text{ou} \quad p(v - \alpha) = \text{const}.$$

En écrivant sous la forme $v - \alpha = \frac{b}{p}$, on voit que, pour $p = \infty$, $v = \alpha$; α est donc le plus petit volume que puisse prendre la masse gazeuse sous une pression illimitée.

» Dupré avait déduit de considérations exposées dans son Ouvrage la relation $p(v + c) = \text{const.}$, comme second degré d'approximation de la loi de Mariotte; c était négatif pour l'hydrogène, et positif pour les autres gaz. Cette loi, dite du *covolume*, se vérifie assez bien pour l'hydrogène au moyen des nombres de Regnault; pour les autres gaz, la vérification est beaucoup moins satisfaisante, ce qui devait être.

» L'interprétation du covolume de Dupré n'a donc rien de commun avec la quantité α définie plus haut, et la loi du covolume ne saurait être considérée que comme une formule empirique, s'appliquant assez approximativement dans des limites très restreintes de température et de pression.

» M. Hirn a admis *a priori*, ce qui est loin d'être évident, que, la partie variable du volume étant $(v - v_0)$, v_0 étant le volume atomique, on devait avoir, pour les gaz chez lesquels le travail interne est négligeable, $p(v - v_0) = \text{const.}$ Cette hypothèse se trouve justifiée par mes recherches, en ce sens que la forme des courbes m'a conduit directement à l'expression $p(v - \alpha) = \text{const.}$, comme loi limite à une température suffisamment élevée.

» Dans le cas où l'on pense qu'il n'y a plus lieu de négliger l'action réciproque des molécules, M. Hirn admet une pression intérieure, s'ajoutant, dans la formule, à la pression extérieure : j'ai déjà fait voir, et mes nouvelles recherches montrent encore plus clairement, que, même en tenant compte du volume atomique, la pression interne ne peut expliquer les écarts

de la loi de Mariotte; pour l'acide carbonique, par exemple, à 35° et entre 100^{atm} et 400^{atm}, la formule $p(v-\alpha)=$ const. s'applique régulièrement, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir la pression interne, laquelle, au contraire, entre 1^{atm} et 100^{atm}, jouerait un rôle tellement important, qu'elle devrait rendre compte de la plus grande partie de la variation de volume, ce qui est évidemment contradictoire. La formule $p(v-\alpha)=$ const. peut être interprétée en disant que les choses se passent comme s'il y avait, entre les particules matérielles, un fluide infiniment subtil, suivant rigoureusement la loi de Mariotte, les particules n'ayant d'autre effet que d'occuper un certain volume et fonctionnant comme de simples parois.

» Pourquoi ce fluide ne serait-il pas l'éther condensé? Ce fluide doit certainement jouer un rôle dans la théorie des gaz et des liquides. Imaginons les molécules entourées de petites atmosphères d'éther condensé; voici ce qui arrivera : tant que les molécules seront assez écartées pour pouvoir, tout compte tenu des volumes des atmosphères d'éther, se mouvoir assez librement, la théorie des chocs développée par M. Clausius peut tout expliquer; les molécules s'entre-gênant de plus en plus quand le volume diminue par la pression, une partie de la force vive de translation passant dans les mouvements intérieurs ou dans ceux de rotation, le produit pv diminue; quand les atmosphères d'éther finissent par se toucher, les mouvements de translation sont sensiblement éteints, la pression contre les parois est produite par la réaction de l'éther formant un fluide continu, dans lequel sont noyées les molécules, et la loi $p(v-\alpha)=$ const. est suivie rigoureusement, sauf des perturbations secondaires pouvant tenir, par exemple, à l'attraction réciproque des molécules; je crois, toutefois, que cette attraction est bien plus faible qu'on ne le pense généralement, et qu'on lui attribue une grande partie du travail qui s'effectue, non pas entre les molécules, mais dans l'intérieur de celles-ci. Cela s'applique, non seulement aux gaz, mais aux liquides, ces corps paraissant soumis à la loi $p(v-\alpha)=$ const. avec une assez grande exactitude : c'est ce qui a lieu pour l'acide carbonique liquide à 18°, entre 100^{atm} et 400^{atm}.

» Quand la température s'élève, les petites atmosphères d'éther se dilatent, leur rôle devient de plus en plus prépondérant, et l'on peut se rendre compte ainsi facilement de l'effet de la température sur la compressibilité.

» J'ai calculé, au moyen de mes résultats numériques, les coefficients de dilatation de plusieurs gaz entre des limites variées de pression et de température; ces variations peuvent devenir énormes pour l'acide carbonique;

le coefficient moyen de dilatation, ramené à l'unité de volume, est, entre 40° et 60°, égal à 0,0074 sous la pression de 40^m de mercure, à 0,050 sous la pression de 80^m et à 0,0037 sous la pression de 320^m; sous 80^m de pression, le volume de l'acide carbonique double en passant de 40° à 60°.

» Je résume ici les lois relatives à la dilatation et à la compressibilité, auxquelles m'ont conduit les recherches faisant l'objet du présent Mémoire :

» 1° Le coefficient de dilatation des gaz (pour des températures non trop supérieures à la température critique) augmente avec la pression, jusqu'à un maximum, à partir duquel il décroît ensuite indéfiniment.

» 2° Ce maximum a lieu sous la pression pour laquelle le produit pv est minimum, alors que le gaz suit accidentellement la loi de Mariotte.

» 3° Ce maximum diminue pour des températures de plus en plus élevées et finit par disparaître.

» 4° A une température suffisamment élevée, la compressibilité des fluides est représentée par la formule $p(v-\alpha) = \text{const.}$, α (¹) étant le plus petit volume que puisse occuper la masse de fluide; c'est la loi limite. Pour chaque gaz, α a une valeur spéciale.

» 5° Pour les pressions inférieures à la pression critique, l'écart, d'abord positif pour une température suffisamment basse, devient nul, puis négatif, la température croissant; mais, à partir d'une certaine valeur négative, il diminue indéfiniment sans changer de signe.

» 6° Pour les pressions comprises entre la pression critique et une limite supérieure, spéciale à chaque gaz, la période pendant laquelle l'écart est positif est précédée, à plus basse température, d'une période où il est négatif, de telle sorte que l'écart change deux fois de signe.

» 7° A partir de la limite supérieure de pression indiquée dans la loi précédente, l'écart est toujours négatif, quelle que soit la température; il diminue en général quand la température augmente, sauf pour les pressions voisines de la limite, où sa variation est plus compliquée.

» Ces écarts (de la loi de Mariotte) sont relatifs, bien entendu, à deux pressions quelconques, choisies arbitrairement dans les limites de pression indiquées par les lois. »

(¹) α étant rapporté à l'unité de volume, à 0° et sous la pression normale, j'ai trouvé les nombres suivants :

Acide carbonique	0,00170
Éthylène	0,00232
Hydrogène	0,00078

M. Ch. Brame adresse un Mémoire « sur les vapeurs de mercure, d'iode et de soufre, à la température ordinaire ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

L'Académie de Stanislas, de Nancy, adresse à l'Académie le Volume de ses Mémoires pour l'année 1879.

Ce Volume contient, en particulier, le dernier travail de notre regretté Correspondant, M. *D.-A. Godron*, sur les « modifications qu'éprouvent les plantes des lieux humides ou des eaux tranquilles, lorsqu'elles se développent accidentellement dans une eau courante ».

SPECTROSCOPIE. — *Observation d'une protubérance solaire le* 30 *août* 1880. Note de M. L. Thollon, présentée par M. Mouchez.

« J'ai eu l'occasion aujourd'hui même, à l'Observatoire de Paris, d'examiner une protubérance solaire que je crois devoir signaler à l'Académie, en raison de ses dimensions extraordinaires et des particularités vraiment curieuses de sa formation.

» Vers 11^h du matin, alors que j'observais le Soleil depuis un certain temps, et en un point où je n'avais encore rien remarqué, j'ai aperçu, partant du bord oriental du Soleil, et près de l'équateur de cet astre, un jet lumineux mince et très brillant. Observé avec la fente étroite de mon spectroscope, ce jet m'a présenté des déviations de la raie C paraissant correspondre à une vitesse de 35^{km} par seconde. En continuant à l'observer, je vis ses dimensions s'accroître d'une manière extrêmement rapide, en même temps que son éclat diminuait sensiblement, surtout vers la base.

» Au moment où la protubérance vint passer par le point de tangence, ce qui eut lieu vers 12^h45^m, elle avait atteint des proportions vraiment prodigieuses, tout en conservant la forme d'un jet lumineux d'une direction presque normale au bord du Soleil. J'en fis alors des mesures répétées en laissant courir l'image du Soleil sur la fente du spectroscope et observant le temps écoulé entre les instants des passages de la base et du sommet (136^s pour le passage du Soleil et 36^s pour le passage de la protubé-

rance). J'ai trouvé ainsi pour la hauteur de la protubérance une valeur au moins égale à la moitié du rayon solaire, soit environ 343 000^{km}.

» Lorsque je terminais mes mesures, la protubérance avait déjà perdu beaucoup de son éclat, mais le sommet restait encore brillant. Quelques minutes après, c'est-à-dire vers 1^{h} de l'après-midi, elle n'était plus qu'à peine visible.

» En terminant, je dois signaler une particularité qui m'a vivement frappé : tandis que la partie inférieure et la partie moyenne de la protubérance donnaient une déviation de la raie C vers le violet, le sommet présentait au contraire une déviation à peu près égale du côté du rouge. Je me borne pour le moment à signaler le fait, sans vouloir en tirer aucune conséquence. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amylamines de l'alcool amylique inactif.* Note de M. R.-P. **Plimpton**, présentée par M. Wurtz.

« L'amylamine a été obtenue d'abord par M. Wurtz dans le cours de ses recherches classiques sur les éthers cyaniques (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXX, p. 447). M. Hofmann l'a préparée, en même temps que les bases secondaire, tertiaire et quaternaire correspondantes, par l'action de l'ammoniaque sur le bromure et l'iodure d'amyle. Plus tard, M. Silva a démontré que les amines secondaire et tertiaire se forment en même temps que la base primaire dans la réaction découverte par M. Wurtz.

» Depuis, M. Pasteur a découvert ce fait important que l'alcool amylique de fermentation est en réalité un mélange de deux alcools, l'un actif, l'autre inactif, et M. Wurtz a démontré que le pouvoir rotatoire de l'alcool actif se maintient dans les dérivés de cet alcool. Il paraît donc désirable de préparer les amines amyliques en opérant isolément sur l'un et sur l'autre alcool, isolés à l'état de pureté. Cela est possible depuis que M. A. Le Bel a indiqué un procédé qui permet de les séparer (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1021) et qui consiste à traiter le mélange par le gaz chlorhydrique : l'alcool inactif est attaqué d'abord et converti en chlorure.

» On a donc préparé une quantité notable de ce chlorure inactif. Il bout à 100°, 5. Examiné au polariscope dans un tube de 1^{m}, il s'est montré inactif. Ce chlorure est attaqué très lentement à 100°, soit par l'ammoniaque aqueuse, soit par l'ammoniaque alcoolique. A 150°, toutefois, il est complètement décomposé, en une heure ou deux, par l'ammoniaque

alcoolique. Le mélange du chlorure avec un peu plus de son poids de la solution ammoniacale saturée a été chauffé à 150° dans un autoclave par portions de 200gr à 300gr de chlorure à la fois. La pression ne dépasse pas 17atm. La masse cristalline ainsi obtenue est épuisée par l'alcool chaud, qui laisse du chlorure d'ammonium, et la solution filtrée est distillée à siccité. Le résidu, qui est un mélange de chlorure, a été distillé avec de la potasse jusqu'à ce que le thermomètre marquât 110° : il passe de l'amylamine, qu'on sature par l'acide chlorhydrique ; la solution, évaporée, laisse séparer une trace d'alcool amylique. L'amylamine inactive pure, séparée du chlorhydrate et rectifiée à plusieurs reprises sur la potasse caustique, bout à 96°,5 sous la pression 766mm. Une petite quantité d'humidité abaisse le point d'ébullition de 2° à 3°. Densité à 22°,5 : 0,7517.

» M. Wurtz avait indiqué 95° pour le point d'ébullition de l'amylamine, MM. Brazier et Gosleth 93°, M. Custer 92°-93°.

» L'amylamine obtenue par M. Schwanerl bouillait pareillement à 97° (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CII, p. 221).

» Le chlorhydrate d'amylamine, très soluble dans l'alcool chaud, est insoluble dans l'éther. On y a trouvé :

		Théorie.
Cl.............	28,85	28,74.

Le chloroplatinate se dépose de l'eau chaude en lamelles :

	Analyse.	Théorie.
Pt.............	33,43	33,66.

Le sel d'or se dépose en lamelles jaunes, par le mélange des deux solutions et par l'évaporation lente en cristaux clinorhombiques ressemblant à ceux de l'augite. Il se dissout dans l'alcool et dans l'éther.

» La diamylamine et la triamylamine inactives se trouvent dans le résidu des bases brutes d'où l'amylamine a été séparée, sous forme d'une couche oléagineuse, qui a été séchée sur de la potasse et soumise à la distillation fractionnée ; au-dessous de 200° on a employé l'appareil Le Bel-Henninger.

» On a obtenu ainsi les fractions suivantes :

	° °
Alcool amylique........................	125-130
Diamylamine............................	185-187
Mélange de diamylamine et de triamylamine...	210-235
Triamylamine...........................	235-239

» Cette dernière fraction a été distillée de nouveau : la triamylamine a passé à 237°. Comme on a indiqué 256° pour son point d'ébullition, j'ai cru nécessaire d'employer une nouvelle méthode pour la séparation de ces bases, et qui consiste à traiter par l'éther le mélange des chlorures. Celui de triamylamine s'y dissout; celui de diamylamine y est insoluble. Ce dernier chlorure, purifié par cristallisation dans l'eau, a fourni une diamylamine bouillant à 185°. M. Hofmann a indiqué 176°, M. Custer 187°, pour un produit préparé avec la nitrosodiamylamine.

» Le chlorhydrate de diamylamine est en magnifiques lames :

	Analyse.	Théorie.
Cl.............	18,3	18,34

Peu soluble dans l'eau chaude. Le chloroplatinate cristallise bien; il se dissout dans l'alcool, mais non dans l'eau. L'analyse a donné :

		Théorie.
Pt.............	26,89	27,16

Le sel d'or est en aiguilles insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool.

» La triamylamine, séparée de son chlorhydrate pur, bout à 237° (non corrigé). M. Hofmann indique 256°. C'est un liquide oléagineux, insoluble dans l'eau. Le chlorhydrate se dépose de l'éther en prismes déliés. Le dosage de chlore a donné :

		Théorie.
Cl..............	13,1	13,36

Il est très soluble dans l'éther et dans l'alcool, moins soluble dans l'eau. Il fond au-dessous de 100° :

» Le chloroplatinate est insoluble dans l'eau :

	Analyse.	Théorie.
Pt..............	22,8	22,78

Le sel d'or cristallise de l'alcool en magnifiques aiguilles, insolubles dans l'eau.

» Dans la réaction qui donne naissance à ces bases, il ne paraît pas se former de base quaternaire.

» J'ajoute que 1^{kg} de chlorure a donné 15^{gr} à 20^{gr} d'amylamine, 150^{gr} de diamylamine et environ 130^{gr} de triamylamine (1). »

(1) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

ZOOLOGIE. — *Les Étoiles de mer des régions profondes du golfe du Mexique.* Note de M. Edm. Perrier.

« Durant deux années consécutives, M. Alexandre Agassiz a opéré, à bord du navire américain *The Blake*, une série de dragages dans les régions profondes du golfe du Mexique. Il en a obtenu les plus brillants résultats et m'a fait l'honneur de me confier le soin d'étudier et de décrire les nombreuses Étoiles de mer qu'il a recueillies, et qui forment une collection de plus de trois cents exemplaires. Ce travail est à peu près terminé, et, tout en regrettant qu'il ne m'ait pas été donné d'en comparer les résultats avec ceux que fournira sans doute une récente expédition sur les côtes de France, je demande la permission à l'Académie de lui soumettre, en quelques mots, le résumé de mes recherches.

» Les *Luidia*, les *Archaster* et les *Gomastendæ* forment le fonds de cette forme importante; mais on y trouve aussi des *Linckia*, des *Echinaster*, des *Solaster*, plusieurs *Pteraster*, et la grande division des *Asteriadæ* y est représentée par quelques formes extrêmement remarquables, auxquelles je consacrerai cette première Note. En 1874, Wyville Thomson a décrit sous le nom de *Zoroaster fulgens* une Étoile de mer de la section des *Asteriadæ*, qui n'a été rencontrée qu'une seule fois dans l'Atlantique par le *Challenger*, à une profondeur de 767 brasses. Le genre *Zoroaster*, qui se distingue, dans la famille à laquelle il appartient, par l'épaisseur et la régularité du squelette des Astéries qu'il renferme, est représenté dans la collection de M. Alex. Agassiz par deux espèces nouvelles, auxquelles je proposerai de donner les noms de *Zoroaster Sigsbeci* et de *Zoroaster Ackleyi*, en l'honneur du capitaine du vaisseau américain et de son lieutenant. Le *Z. Sigsbeci* se distingue immédiatement par la saillie considérable que font les énormes ossicules de son disque, qui est ainsi nettement distinct des bras et relativement volumineux. Les bras, à peu près rigides, sont coniques, et leur squelette se compose de neuf séries régulières d'ossicules carrés. Chez le *Z. Ackleyi*, les ossicules du disque ne sont pas saillants; le disque est tout d'une venue avec les bras, qui ont environ douze fois la longueur de son rayon, de sorte que l'animal a la physionomie d'un *Chætaster*. Ces bras sont beaucoup plus mobiles que ceux des autres espèces et formés de dix-sept rangées d'ossicules assez petits. Dans les deux espèces que j'ai sous les yeux, les plaques de la région ventrale des bras sont couvertes de petits

piquants aplatis, serrés, entremêlés de piquants plus grands, de manière à rappeler le revêtement de la face ventrale des *Luidia;* les plaques adambulacraires portent même, comme chez ces dernières, un peigne de piquants comprimés, dont la direction est perpendiculaire à celle de la gouttière ambulacraire et dont le plus interne est recourbé en lame de sabre, comme chez les *Astropectinida*. Les tentacules ambulacraires sont quadrisériés à la base des bras, mais bisériés à l'extrémité, ce qui montre une fois de plus combien est artificielle l'ancienne division des Astéries adoptée par Müller et Troschel. Ces tentacules sont terminés par une ventouse très petite, ce qui rapproche encore les *Zoroaster* des *Luidia;* ils sont entremêlés de petits pédicellaires droits : on nomme ainsi quelques-uns de ces organes disséminés entre les plaques dorsales. Les *Zoroasters* ont été ramenés par la drague, en vue de Saint-Kilts, de profondeurs variant de 120 à 321 brasses.

» L'Astérie pour laquelle je propose le nom d'*Hymenodiscus Agassizii* est plus remarquable encore. J'en ai pu étudier deux échantillons qui se complètent mutuellement : l'un est un disque complet, mais dépourvu de bras; chez l'autre, les bras sont assez bien conservés, mais le disque est perforé à son centre. Ils ont été recueillis en vue de Dominique par 321 et 450 brasses de profondeur. Ce sont des Astéries fort délicates et qui constituent un type intermédiaire bien autrement accusé que les célèbres *Brisinga* d'Abjornssen. Les *Hymenodiscus* rappellent en effet les Ophiures par leur disque arrondi, nettement distinct des bras, qui sont grêles, allongés, mobiles, pourvus d'une rangée latérale de piquants comme ceux de ces animaux, et ne semblent également servir que d'organes de locomotion. Mais ces bras sont au nombre de douze, tandis qu'il n'y en a jamais plus de sept chez les Ophiures, et très généralement cinq seulement. Le disque est aplati, très mince, dépourvu de squelette, de sorte qu'il n'est représenté que par un cercle transparent, membraneux, tendu sur la couronne formée par l'ensemble des premiers ossicules des bras, et presque en contact avec la membrane buccale. L'estomac n'a guère, pour se loger, qu'une épaisseur comparable à celle d'une feuille de papier; on se demande quelle peut être la nourriture habituelle d'un animal ainsi constitué. Des spicules en forme de plaques calcaires fenestrées, supportant chacun une petite épine, sont disséminés dans l'épaisseur de la membrane dorsale. A travers ses parois, on aperçoit nettement le canal circulaire qui entoure la bouche et les vaisseaux ambulacraires qui en partent, pénètrent dans les bras, pour se terminer à leur extrémité, en donnant naissance sur leur trajet à une rangée seulement double de tubes ambulacraires. Je n'ai pas trouvé trace des longs prolon-

gements en cul-de-sac que l'estomac envoie dans les bras chez tous les Stellérides, et je n'ai pu malheureusement observer, sur les individus que je possède, les glandes génitales. Je n'en ai pas trouvé le moindre vestige dans les bras; mais on ne saurait en conclure cependant que ces glandes se développent dans le disque chez les *Hymenodiscus* comme chez les Ophiures. Le squelette des bras est à la fois très simple et d'une structure toute particulière. Il est formé de quatre séries longitudinales de pièces. Les deux séries médianes forment l'arête dorsale; elles se prolongent latéralement en une sorte d'écusson qui recouvre en partie les pièces des deux séries latérales. Celles-ci alternent avec les précédentes et forment le bord de la gouttière ambulacraire; chacune d'elles porte en son milieu une longue épine latérale, recouverte par une gaîne molle, renflée en massue et portant à son sommet un bouquet de pédicellaires. Ces pédicellaires sont des pédicellaires croisés, caractéristiques, comme je l'ai montré dans de précédents travaux, de la grande division des *Asteriadæ*.

» Ces quatre séries de pièces forment une gouttière dans laquelle repose le vaisseau ambulacraire, exactement comme le vaisseau ambulacraire des Comatules repose dans la rainure du squelette des bras. *Les pièces ambulacraires, jusqu'ici absolument caractéristiques de la classe des Stellérides, manquent chez les Hymenodiscus.* Quelques trabécules calcaires irréguliers, unissant les pièces latérales du squelette des bras, les représentent seuls au voisinage de la bouche. Il est à noter que les caractères fournis par les pédicellaires ont survécu aux caractères fournis par la constitution jusqu'ici considérée comme typique de la gouttière ambulacraire, ce qui est une confirmation de la valeur que j'ai cru pouvoir attribuer aux pédicellaires, dans la classification des Étoiles de mer, lorsque j'ai proposé de substituer les indications qu'ils fournissent à celles tirées du nombre des rangées de tubes ambulacraires qu'avaient invoquées Müller et Troschel. L'absence de pièces ambulacraires et de pièces calcaires recouvrant la gouttière de la face orale des bras ne permet de rapprocher l'organisation des bras d'*Hymenodiscus* que de celle des bras de Comatules. Le contraste entre les bras et le disque, l'absence probable dans les bras de glandes génitales et de cœcums digestifs, rapprochent d'autre part les *Hymenodiscus* des Ophiures; par l'absence de pièces ambulacraires, et par conséquent de pièces buccales, ils s'éloignent de tous les Stellérides connus; leurs pédicellaires indiquent toutefois qu'ils constituent une forme aberrante de la division des *Asteriadæ*, dans laquelle ils viennent se placer, mais comme famille distincte, à côté des *Labidiaster*, des *Pedicellaster* et des *Brisinga*, qui ne possèdent comme eux que deux rangées de tubes ambulacraires. Les *Labidiaster* ont un nombre de

bras beaucoup plus considérable; les *Pedicellaster* n'en ont que cinq; les *Brisinga*, onze à treize, mais tout différemment organisés. Ces animaux rentrent en effet, sans aucune difficulté, dans le type ordinaire des Étoiles de mer, dont les *Hymenodiscus* constituent une forme tout à fait différente de ce que l'on connaissait jusqu'ici et présentent les caractères les plus exceptionnels. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des milieux alcalins ou acides sur les Céphalopodes.* Note de M. E. YUNG, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Une Note récente de M. Ch. Richet (¹), qui m'est parvenue pendant que je poursuivais des recherches physiologiques sur les Céphalopodes à la station zoologique de Naples, a appelé mon attention sur ce point spécial, et je suis heureux d'avoir pu confirmer chez ces animaux les principaux résultats auxquels il est arrivé, en opérant sur des écrevisses. Les faits que j'ai constatés sont, en particulier, parfaitement conformes à la loi posée par M. Richet, que les liquides acides ou basiques ne sont pas toxiques en raison directe de leur acidité ou de leur basicité.

» Les Céphalopodes sont extrêmement sensibles à l'action des acides minéraux; là où le papier de tournesol annonce à peine la présence d'un acide, un jeune poulpe ou un jeune calmar y manifeste immédiatement une vive douleur, et l'on a beaucoup de peine à l'y maintenir. Toutefois, pour devenir toxique, la dose doit s'élever plus haut.

» A faible dose, tous les acides étudiés ont pour effet de provoquer une accélération des mouvements respiratoires. Quatre *Eledone moschata*, de même taille, et donnant de vingt-quatre à vingt-six mouvements respiratoires par minute, furent placés chacun dans un vase renfermant 2^{lit} d'eau, à laquelle on ajouta $0^{cc},5$ d'acides sulfurique, azotique, chlorhydrique et oxalique.

» Cinq minutes plus tard, ces animaux donnaient :

	Aspirations par minute.
Dans l'acide azotique	56
» chlorhydrique	42
» sulfurique	36
» oxalique	30

(¹) Voir CH. RICHET, *Comptes rendus*, t. XC, p. 1166.

» Quatre heures après, alors que ces animaux paraissaient s'être acclimatés à leur nouveau milieu et que les mouvements respiratoires avaient peu à peu repris leur chiffre normal, on double la dose des acides (1^{cc} dans 2^{lit} d'eau). Ils deviennent alors toxiques (sauf l'acide oxalique). La respiration, passagèrement accélérée, diminue bientôt; les mouvements réflexes s'effacent, les muscles des chromatophores se relâchent et l'animal pâlit. La mort survient au bout de deux heures dans l'acide azotique, trois heures dans l'acide chlorhydrique et quatre heures et demie dans l'acide sulfurique.

» On voit que, à dose égale, l'acide sulfurique est le moins toxique des acides minéraux.

» Quant aux acides organiques beaucoup moins énergiques, c'est l'acide tannique qui agit le plus rapidement. Vient ensuite l'acide oxalique; pour qu'il provoque la mort dans le même temps que l'acide sulfurique, il en faut une dose cinq fois plus forte, etc.

» Pour ce qui concerne les bases, je suis arrivé également à des résultats tout à fait comparables à ceux qui ont été publiés par M. Richet, c'est-à-dire que, sous le rapport de leur pouvoir toxique, les alcalis se rangent dans l'ordre suivant : ammoniaque, potasse, soude, chaux, baryte.

» L'action de l'ammoniaque est extrêmement rapide. A la dose de 1 pour 1000, elle tue presque subitement, tandis qu'avec la même dose de potasse un jeune *Octopus* peut vivre de deux à trois heures. Les mouvements respiratoires sont d'abord accélérés; puis, après avoir atteint un maximum qui varie avec la base employée, ils diminuent progressivement. Les mouvements réflexes cessent peu après les mouvements volontaires. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des lumières colorées sur le développement des animaux*. Note de M. E. Yung, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que j'ai pu confirmer, ce printemps, sur des animaux marins, à la station zoologique de Naples, les résultats que j'ai obtenus précédemment en opérant sur des animaux d'eau douce ([1]).

» Des œufs de *Loligo vulgaris* et de *Sepia officinalis*, provenant d'une même ponte, ont été placés dans des vases d'une contenance de 2^{lit}, dans lesquels

([1]) Voir E. Yung, *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 998; 16 décembre 1878.

l'eau était constamment et régulièrement renouvelée. Ces vases étaient renfermés eux-mêmes dans des bocaux de même forme, mais d'un plus grand diamètre, et, dans l'espace qui les séparait, on laissa couler des solutions diversement colorées. Leur bord supérieur était recouvert d'un carton épais, de telle manière que les œufs ne recevaient qu'une lumière à peu près monochromatique. Dans ces conditions, ils se développèrent inégalement, ainsi que cela se passe pour les œufs de *Rana esculenta, Salmo trutta* et *Lymnea stagnalis*.

» Le développement est activé par les lumières violette et bleue, retardé au contraire par la rouge et la verte. La lumière jaune est celle qui, à ce point de vue, se rapproche le plus de la lumière blanche.

» Une circonstance particulière m'a permis de constater, une fois de plus, la différence d'action des diverses couleurs. Il circule constamment, dans les bassins du grand aquarium de la station de Naples, des quantités considérables de larves de la *Ciona intestinalis*; les parois sont couvertes d'adultes de cette belle ascidie. Mes bocaux ayant été placés dans la circulation générale de l'aquarium, les larves commencèrent à s'y fixer peu après leur installation, et je pus bientôt constater que celles qui avaient élu domicile dans le vase violet croissaient plus rapidement et donnaient naissance à des individus plus vigoureux que dans les autres vases.

» Je dois faire remarquer, en terminant, que, contrairement à mes premiers résultats, le développement, quoique retardé, s'est bien effectué dans les vases rouges et verts.

» Si l'on rapproche ces résultats de ceux qui ont été obtenus par M. Serrano-Fatigati [1] sur les infusoires, on ne refusera pas d'admettre qu'ils révèlent un caractère général pour les animaux aquatiques. Il s'agit de voir maintenant s'il en est de même pour les animaux aériens. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les nerfs vaso-dilatateurs des parois de la bouche.* Note de MM. **Dastre** et **Morat**, présentée par M. Gosselin.

« La dilatation vasculaire provoquée par l'excitation du cordon cervical sympathique se reproduit avec la même netteté lorsque l'on agit, chez le chien, sur les rameaux communicants des deuxième, troisième, quatrième

---

(1) E. Serrano-Fatigati, *Influence des diverses couleurs sur le développement et la respiration des infusoires* (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 959).

paires dorsales et sur le segment de la chaîne ganglionnaire auquel aboutissent ces rameaux. En deçà ou au delà de ce département, l'excitation reste sans effet, c'est-à-dire que ni les filets dont la réunion forme le nerf vertébral, ni la portion inférieure de la chaîne thoracique n'influencent la circulation de la muqueuse buccale dans le sens d'un accroissement.

» Nos expériences font ainsi connaître l'existence, l'origine et le trajet des nerfs vaso-dilatateurs de la région buccale. Elles ont été conduites de manière à vérifier les trois conditions nécessaires et suffisantes pour établir la réalité d'un nerf vaso-dilatateur. Il fallait prouver en effet : 1° que les filets nerveux dont l'excitation amène la dilatation vasculaire observée appartiennent bien au sympathique et ne sont point des fibres d'emprunt ayant une autre source; 2° que la dilatation est *primitive*, c'est-à-dire qu'elle n'est pas le résultat de l'inertie d'un nerf vaso-constricteur fatigué par l'excitation; 3° enfin que la dilatation observée est *directe* et non réflexe, c'est-à-dire que le phénomène se passe tout entier à la périphérie, sans intervention possible de l'axe cérébro-spinal.

» Ces trois conditions ont été vérifiées. La dilatation des vaisseaux des lèvres et de la bouche est primitive. Nous nous sommes assurés qu'elle survient d'emblée, sans constriction préalable, en opérant alors que, par suite de conditions particulières, la région était déjà légèrement congestionnée. Une autre preuve surabondante résulte de ce fait qu'au moment où la dilatation survient les constricteurs compris dans le même cordon nerveux font pâlir les parties voisines, langue, voile du palais, ce qui n'arriverait pas s'ils étaient épuisés.

» En second lieu, les preuves que la dilatation est directe sont tirées des expériences dans lesquelles nous avons détruit la moelle cervicale et le bulbe, centres possibles des réflexes, sans que ces opérations aient empêché la production du phénomène. D'ailleurs, une très forte présomption contre la possibilité d'un réflexe résultait *a priori* de ce que la dilatation est unilatérale, c'est-à-dire exactement limitée au côté du nerf excité, tandis que la bilatéralité est toujours plus ou moins marquée dans les dilatations réflexes.

» Enfin, nous avons sectionné ou lié le tronc du nerf vague à sa sortie du crâne, au point où il est nettement séparé du cordon sympathique et du ganglion cervical supérieur, et après cette opération les résultats sont restés les mêmes.

» Nous concluons de là que les filets nerveux indiqués plus haut sont bien de véritables nerfs dilatateurs. Les vaso-dilatateurs de la région

buccale tirent donc leur origine de la moelle par les rameaux communicants des deuxième, troisième et quatrième paires dorsales, suivent le cordon thoracique, traversent le ganglion étoilé, l'anneau de Vieussens et le ganglion cervical inférieur; ils font partie intégrante du cordon cervical au même titre que les nerfs vaso-constricteurs et vont ensuite se répandre avec le trijumeau dans les parois buccales. C'est dans cette dernière partie de leur cours que Prévost (de Genève) a pu rencontrer ceux qui sont destinés aux fosses nasales et que, plus tard, MM. Jolyet et Laffont ont nettement reconnu les autres en prenant précisément pour point de départ l'observation de Prévost.

» Nos expériences ont été exécutées sur des chiens soit indemnes de toute substance toxique, soit chloralisés, chloroformés ou curarisés. Cette dernière condition est la plus favorable. »

PHYSIOLOGIE. — *D'un mode particulier d'asphyxie dans l'empoisonnement par la strychnine*. Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Gosselin.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, 12 juillet 1880) qu'on peut injecter des doses énormes de strychnine [$0^{gr},5$ à un chien de 10^{kg} (¹)] sans provoquer la mort immédiate de l'animal, pourvu qu'on pratique la respiration artificielle (²). Cette expérience m'a amené à constater différents faits qui servent à connaître une des causes de la mort dans l'empoisonnement par la strychnine.

» Si l'on injecte sous la peau d'un chien 0,003 de chlorhydrate de strychnine, bientôt l'animal est pris d'une violente attaque de tétanos. Cette première attaque est souvent mortelle. En effet, tout d'un coup les convulsions cessent. Le cœur, qui avait jusqu'alors continué à battre, ralentit peu à peu ses mouvements, qui enfin disparaissent, et l'animal meurt. Ce genre de mort n'est autre que l'asphyxie, car si l'on fait faire au thorax, en le

---

(¹) Les chiffres donnés ici se rapportent tous à 10^{kg}, poids d'un chien de taille moyenne.

(²) Dans la Note précédente je disais qu'il faut injecter la strychnine avec lenteur : en réalité, il vaut mieux injecter rapidement. L'expérience réussit surtout si l'on fait des injections sous-cutanées, de manière à ne pas agir directement sur l'endocarde. Il faut alors se servir d'une solution concentrée de chlorhydrate de strychnine, et faire l'injection par doses massives, simultanément, en plusieurs points du tissu cellulaire sous-cutané. En procédant ainsi, on évite presque tout à fait les grandes convulsions de l'animal, ou du moins elles ne durent que peu de temps.

pressant, quelques mouvements respiratoires, bientôt les mouvements spontanés de la respiration reviennent, et l'animal continue à vivre. La mort eût donc été due à l'asphyxie, asphyxie dépendant de deux causes, premièrement de la contracture des muscles respirateurs tétanisés, en second lieu de l'épuisement des centres nerveux de la respiration. C'est à cette asphyxie primitive que remédie d'abord la respiration artificielle.

» Mais il est une autre asphyxie qui n'a peut-être pas encore été décrite, et qui est une des principales causes de la mort par la strychnine : c'est l'asphyxie qui résulte de la combustion interstitielle énorme qui se fait dans les muscles violemment tétanisés.

» En effet, si, après avoir injecté à un chien une dose mortelle de strychnine, soit 0,007, on pratique la respiration artificielle suivant les méthodes classiques (vingt à trente fois par minute), l'animal meurt, quelquefois au bout de dix minutes, en tout cas au bout d'une heure ou deux tout au plus. Or, si, pendant la vie, on examine le sang artériel, on peut constater que ce sang est noir et violacé, absolument comme du sang veineux. C'est ainsi que les choses se passent lorsqu'on fait vingt-cinq respirations artificielles par minute. Avec cinquante respirations, le sang est moins noir, et cependant il n'a pas encore repris la rutilance du sang artériel normal.

» Cette coloration noire du sang artériel coïncide avec la production plus grande d'acide carbonique et l'absorption plus grande d'oxygène, ces deux phénomènes étant liés à la contraction violente et prolongée de tous les muscles de l'animal. Un autre phénomène corrélatif, c'est l'élévation énorme de la température. (J'ai noté dans une expérience 44°,8. M. Vulpian a noté 44° dans une autre expérience.)

» Par conséquent, le sang n'est pas suroxygéné, comme l'ont supposé quelques auteurs. Il est, au contraire, très pauvre en oxygène. C'est pourquoi la suspension, même très courte, de la respiration artificielle amène immédiatement la mort. Il n'y a plus suffisamment d'oxygène dans le sang pour entretenir, fût-ce pendant une demi-minute, la vie du système nerveux et du muscle cardiaque.

» Il est facile de prouver que la coloration noire du sang est bien due à la combustion musculaire interstitielle. En effet, si à un animal strychnisé, soumis à la respiration artificielle, et dont néanmoins le sang artériel est tout noir, on injecte une petite quantité de curare, peu à peu les muscles se relâchent, et en même temps la température s'abaisse, et le sang artériel redevient rouge. On n'a cependant modifié sensiblement ni

l'excitabilité ni l'excitation du système nerveux. On a fait seulement cesser le tétanos musculaire : la couleur violacée du sang artériel, indiquant l'état d'asphyxie de l'animal, est donc sous la dépendance de ce tétanos musculaire généralisé.

» Ce qui prouve que cet état d'asphyxie est réellement une des causes de la mort par la strychnine, c'est qu'on peut faire vivre des chiens qui ont reçu 0,007 de chlorhydrate de strychnine, si l'on a pris soin de paralyser leur système musculaire par une dose suffisante de curare.

» Donc, si l'animal strychnisé meurt rapidement malgré la respiration artificielle faite d'après les méthodes classiques, c'est que la contraction de tous les muscles du corps a privé le sang d'oxygène, et y a introduit beaucoup d'acide carbonique, et peut-être encore d'autres produits de désassimilation. Il y a asphyxie, comme après l'oblitération des voies aériennes; le résultat est le même, quoique le mécanisme en soit tout différent.

» On peut s'expliquer maintenant ce paradoxe physiologique que la strychnine à la dose de $0^{gr},5$ tue bien moins rapidement qu'à la dose de 0,005. A la dose de 0,5 la substance grise de la moelle est si fortement empoisonnée, qu'elle ne peut plus donner de convulsions et que le tétanos musculaire est remplacé par la résolution de tous les muscles. C'est ainsi que le chloral, le chloroforme, l'alcool, font cesser les convulsions tétaniques de la strychnine; ils paralysent la substance grise de la moelle épinière. Quant au curare, il fait cesser aussi les convulsions, mais en agissant sur l'innervation motrice des muscles.

» Il s'ensuit de ces faits physiologiques qu'en présence d'un empoisonnement par la strychnine il faudra faire la respiration artificielle, tant qu'il y aura un tétanos convulsif, très énergique et très fréquente (au moins soixante fois par minute), car autrement on n'introduirait pas dans le sang une quantité d'oxygène suffisante pour remplacer celui qui disparaît dans les muscles tétanisés. On pourra aussi introduire dans l'organisme des substances qui, comme le chloroforme, l'alcool et le curare, empêchent le tétanos musculaire de se produire. En effet, c'est ce tétanos musculaire généralisé qui est la cause immédiate de l'asphyxie promptement mortelle [1]. »

---

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'intensité de quelques phénomènes d'électricité atmosphérique observés dans le nord du Sahara*. Note de M. L. Amat, présentée par M. Larrey. (Extrait.)

« En parcourant, ces jours derniers, les *Comptes rendus* de l'année 1840, mon attention s'est arrêtée sur une Communication faite par Arago, dans la séance du 2 novembre, sur un phénomène assez curieux d'électricité atmosphérique, qui m'a rappelé un certain nombre de faits analogues que j'ai observés pendant mon séjour dans le sud de la province d'Alger.

» Arago donnait connaissance à l'Académie d'une Lettre de M. Ledinghen, lieutenant du génie, dans laquelle cet officier racontait qu'étant en marche de Blidah vers Alger il vit, pendant un coup de siroco, dont les gorges de la Chiffa sont le vrai canal de prédilection, chaque bouffée de ce vent faire jaillir des étincelles de la frange de ses épaulettes.

» D'autre part, M. Zurcher rapporte, dans son petit *Traité sur les phénomènes de l'atmosphère*, que, le 8 mai 1831, des officiers se promenant tête nue sur la terrasse du fort Bab-Azoum, à Alger, chacun, en regardant son voisin, remarqua avec étonnement de petites aigrettes lumineuses aux extrémités de ses cheveux tout hérissés. Quand ils levaient les mains, des aigrettes se formaient aussi au bout de leurs doigts.

» L'explication de ces phénomènes n'est plus à rechercher aujourd'hui. Ils nous fournissent une mesure de la surcharge électrique de l'atmosphère et de l'écoulement de l'électricité par le sommet des corps placés un peu au-dessus du sol....

» Le corps humain, comme celui des animaux, n'a pas le même état électrique que l'atmosphère et d'autres corps environnants. De plus, une distinction a été depuis longtemps établie par l'abbé Nolet (*Recherches sur l'électricité*, t. VI, p. 281; Paris, 1764) entre les animaux et les matières animales comme la soie, les cheveux, les poils, les ongles, la corne, les os, etc. Ces substances, presque toujours sèches, donnent des signes d'électricité quand on les frotte, tandis que la matière vivante, le protoplasma rendu demi-fluide par son eau d'imbibition, n'en peut fournir. Un chat rasé dont on frotte la peau ne donne plus d'étincelles. Une foule d'expériences bizarres ont été imaginées pour manifester l'électricité des matières animales; Carpenter en donne, dans sa *Physiologie*, des exemples curieux. Patrice Brydone, physicien anglais, qui prétendait évaluer l'électricité dégagée par

un chat que l'on caresse, avait institué l'expérience suivante : deux personnes, dont les chevelures étaient restées intactes pendant plusieurs mois, s'isolaient sur des tabourets et, dans cette position, se peignaient mutuellement. Les dents du peigne dégageaient alors, sous forme d'étincelles, une grande quantité d'électricité....

» Habitant la région située au delà du 35e degré de latitude, tantôt à la cote de 1100m (porte de Djelfa), tantôt à celle de 750m (porte de Laghouat), ou plus bas encore, au pied du revers méridional du grand Atlas, j'ai constaté à plusieurs reprises, soit sur moi-même soit sur des animaux, pendant l'été de 1876, des faits analogues aux précédents, mais plus concluants, en faveur de l'intensité d'action de l'électricité atmosphérique. Sans qu'il ait été nécessaire de m'isoler du sol, il m'est bien souvent arrivé de faire jaillir de larges étincelles en passant un peigne de poche à travers les cheveux ou les poils de la barbe, d'une longueur moyenne de 0m,05 à 0m,07 et presque toujours très secs. Les conditions les plus favorables à la production de ce phénomène étaient un temps sec et chaud, le retour d'une longue course dans les plaines arides ; le moment le plus propice était aussi le soir, de 7h à 9h. Dès que les poils étaient un peu humides ou le temps légèrement couvert, ils ne produisaient plus d'étincelles ou de crépitations.

» Les animaux, et en particulier les chevaux, présentent à un plus haut degré que l'homme le pouvoir de manifester ces phénomènes électriques. Les membres de la Commission scientifique de l'expédition du Mexique ont fait la remarque que, sur les hauts plateaux de l'Amérique du centre, les poils ainsi que les crins des chevaux arabes ou mexicains dégagent des étincelles sous le passage de la brosse ou de l'étrille. Dans le sud de l'Algérie, pendant les chaudes et sèches journées d'été, on voit, sur les chevaux arabes, de longs crins divergeant du centre de la queue, à la manière des filaments d'un balai déviés en éventail. Pour peu que l'on caresse de la main la queue de l'animal, on entend une série de petites crépitations dues au pétillement des étincelles imperceptibles pendant le jour, mais évidentes le soir et à la nuit close.

» J'ai constaté que l'électricité dégagée par la queue des chevaux est positive et que les crins déviés se laissent attirer par une canne cirée au vernis de térébenthine. Après une petite pluie, ou pour peu que le sol soit humide, cette tension électrique n'est pas aussi considérable ; dans les écuries, elle est moins sensible qu'au grand air. L'homme, en communication directe avec le sol, ne présente pas une accumulation de fluide électrique bien considérable, et le frottement est nécessaire pour le dévelop-

per; mais ce fluide semble s'accumuler en plus grande quan tité sur le cheval, chez lequel la corne des sabots paraît jouer le rôle de corps isolant.

» Il résulte de mes observations que, dans les contrées tropicales, les phénomènes de l'électricité de la couche atmosphérique avoisinant le sol sont plus accentués que dans les régions tempérées. »

M. Ch. Guérin adresse une Note sur un procédé pour faire varier la tension des piles.

M. B. Nappée adresse une Note sur les pressions et les densités de l'air dans l'atmosphère à diverses hauteurs, et une Note sur la puissance des projectiles dans les armes à feu.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 aout 1880.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral Mouchez, Directeur de l'Observatoire. *Mémoires,* t. XV; *Observations,* 1868-1869. Paris, Gauthier-Villars, 1880; 2 vol. in-4°.

Histoire miraculeuse des eaux rouges comme sang, tombées dans la ville de Sens et ses environs le jour de la grand' Feste-Dieu dernière, 1617. Amiens, Ed. Bonvallet, 1880; in-18.

Photographie de la parole; par H. Brunet. Agen, impr. Noubel, 1879; br. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Jean Reynaud.)

Sur les fonctions linéaires; par M. A.-E. Pellet. Clermont, typ. Thibaud, sans date; br. in-8°.

Compte rendu des travaux de la Société de Médecine, Chirurgie et Pharmacie de Toulouse, 1880. Toulouse, impr. Douladoure, 1880; in-8°.

Banet-Rivet. *D'un prétendu inventeur de la transposition par les nombres. A M. le violoniste Vieuxtemps.* Paris, typ. Morris, sans date; opuscule in-8°.

Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale pour la mesure des degrés en Europe, réunie à Genève du 16 *au* 20 *septembre* 1879, rédigés par les Secrétaires C. Bruhns et A. Hirsch. Berlin, G. Reimer, 1880; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 SEPTEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Chasles, en présentant à l'Académie une Brochure qu'il vient de publier, sous le titre d'*Exposé historique concernant le Cours de Machines dans l'enseignement de l'École Polytechnique*, donne lecture des lignes suivantes, qui servent de préambule à cet exposé :

« Dans une des séances du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, il y a quelques mois, un membre (M. Rolland) a proposé que l'on revisât les programmes d'instruction des deux années d'études, lesquelsont éprouvé en 1850 un affaiblissement considérable. Le Conseil a eu plusieurs fois la pensée d'y remédier, et quelques mesures ont été prises dans cette vue, notamment en 1865; mais diverses circonstances, particulièrement en 1870, en ont toujours fait ajourner la réalisation. L'entreprise est très multiple. Dans son ensemble, le sujet demanderait une étude générale de l'organisation de l'École et des modifications successives qu'elle a éprouvées depuis sa fondation. Je me propose simplement, dans ce moment, de détacher une seule des parties du sujet, celle qui se rapporte au *Cours de Machines*, qui, nonobstant les demandes unanimes des Écoles d'application pour son maintien, à cette époque de 1850, a éprouvé, d'une manière fort imprévue, une altération très fâcheuse et nullement motivée, dont on attend la réparation.

» J'aborde l'étude de ce sujet particulier, dès l'origine de la fondation de l'École Polytechnique. »

CHIMIE. — *Recherches sur les sels basiques et sur l'atakamite;* par M. **Berthelot.**

« **1.** J'ai eu occasion de faire quelques observations sur un sel basique remarquable, l'atakamite, formé par l'association d'un chlorure métallique et d'un oxyde, sel qui existe dans la nature et qui se produit parfois dans le laboratoire. Ces observations jettent un certain jour sur les conditions générales qui règlent la formation et les réactions des sels basiques.

» **2.** La substance sur laquelle j'ai opéré m'avait été donnée par M. Debray. Elle répondait à la formule connue

$$CuCl, 3CuO, 4HO.$$

	Trouvé.	Calculé.
Cu	57,5	57,1
Cl	16,1	16,0
HO	16,9	16,2

» **3.** Ce corps peut être séché sans perte notable d'acide; mais sa dessiccation exige une température assez élevée. Vers la fin, il se sublime une trace de chlorure de cuivre; en même temps, la masse noircit, se ramollit et devient visqueuse et adhérente aux parois de la nacelle, comme si elle se trouvait alors séparée en chlorure cuivrique fondu et résinoïde, et en oxyde solide : on reviendra sur ce point. L'atakamite séchée avec précaution répond à la formule

$$CuCl, 3CuO.$$

	Trouvé.	Calculé.
Cl	19,1	19,1

» **4.** J'ai déterminé la chaleur de formation de l'oxychlorure de cuivre, tant hydraté qu'anhydre, en le dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu.

$CuCl, 3CuO, 4HO (222^{gr}) + 4HCl$ étendu, dégage ..... $+16^{Cal},5$
$CuCl, 3CuO + 4HCl$ étendu » ..... $+27^{Cal},4$

» En admettant, d'autre part,

$CuCl$ + eau = $CuCl$ étendu ..... $+ 5^{Cal},5$
$3CuO + 3HCl$ étendu .... $+7,5\times3 = 22^{Cal},5$
} = 28,0

on tire d'abord de ces chiffres :

$$3\,CuO + CuCl + 4\,HO \text{ liquide} = CuCl, 3\,CuO, 4\,HO, \text{ dégage}\ldots \quad +11,5$$

l'eau étant envisagée comme solide, on aurait + 8,6.

» Le dernier nombre ne varie guère entre 15° et 100°; mais le premier croît, avec chaque degré de température, d'une quantité voisine de la différence qui existe entre les chaleurs spécifiques de l'eau liquide et de l'eau solide, soit pour 4HO : + 0,018 t : ce qui fait à 100° une variation de + 1,53 et porte la chaleur totale de formation de l'atakamite à 100° vers + 13^{Cal},0.

» La valeur + 11,5 a été vérifiée en traitant l'atakamite par la potasse étendue, qui la change en hydrate de cuivre :

$$3\,CuO, CuCl, 4\,HO + KO \text{ étendue, dégage}\ldots\ldots \quad +0,17$$

» La potasse étendue, dans les mêmes conditions, développe

$$+13,7 - 7,5 = +6,2,$$

en agissant sur le chlorure cuivrique étendu ; d'où il résulte que la réaction du chlorure cuivrique dissous, sur l'oxyde de cuivre, a dû dégager au préalable + 6,2 — 0,17 = + 6,0. Si l'on ajoute à ce nombre la chaleur dégagée par la dissolution préalable du chlorure cuivrique anhydre, soit + 5,5, on retombe sur + 11,5.

» 5. On voit par là que la réaction du chlorure cuivrique dissous, soit sur la potasse, soit sur l'oxyde de cuivre, dégage à peu près la même quantité de chaleur : le déplacement de la potasse par l'oxyde de cuivre employé en excès, dans le chlorure de potassium, n'exigerait donc que le concours d'une faible énergie supplémentaire.

» 6. La formation de l'oxychlorure de cuivre anhydre ne dégage que très peu de chaleur :

$$CuCl + 3\,CuO = 3\,CuO, CuCl, \text{ dégage}\ldots\ldots \quad +28,0 - 27,4 = +0,6.$$

» On conçoit dès lors que ce composé présente, surtout à chaud, des propriétés fort voisines de celles d'un simple mélange. La stabilité remarquable de l'atakamite résulte de la perte d'énergie qui s'est produite, lors de l'association de l'eau avec le chlorure de cuivre et l'oxyde de cuivre, perte représentée par + 11^{Cal},5 avec ces corps séparés, + 10^{Cal},9 avec les mêmes corps déjà associés ; en d'autres termes, *c'est l'eau qui sert de lien principal au système complexe formé par l'oxychlorure.*

» Cette circonstance ne permet pas d'admettre que l'atakamite résulte de la substitution de l'oxyde métallique à l'eau d'hydratation du chlorure cuivrique, comme on l'avait supposé autrefois pour certains sels basiques. En effet,

$CuCl + 2HO$ (solide), dégage.......................... + 1,9
$CuCl + 3CuO$ dégage seulement .... + 0,6

» 7. La chaleur de formation de l'atakamite est si considérable, qu'elle explique la production de ce composé, observée dans une multitude de circonstances. Par exemple, l'oxyde de cuivre hydraté, employé en excès, doit précipiter le chlorure de cuivre de ses dissolutions. En effet, la chaleur dégagée par cette précipitation est égale à + 11,5, chiffre fort supérieur aux + 5^{Cal},5 développées par la simple dissolution du chlorure anhydre. En fait, je me suis assuré qu'il suffit d'ajouter 3 équivalents de potasse à une dissolution renfermant 4 équivalents de chlorure de cuivre, pour précipiter la totalité du cuivre et obtenir une liqueur neutre et incolore. Avec 2 équivalents de potasse et 3 équivalents de chlorure cuivrique, au contraire, la précipitation est incomplète.

» J'ai confirmé ces résultats, en mesurant la chaleur dégagée dans la précipitation fractionnée du chlorure cuivrique :

$CuCl\,(1^{éq} = 2^{lit})$	$+ \frac{1}{4}KO\,(1^{éq} = 2^{lit})$	dégage......	+ 2,24
»	$+ \frac{1}{2}KO$	»	+ 4,38
»	$+ \frac{3}{4}KO$	»	+ 6,0
»	$+ 1KO$	»	+ 6,2

» On voit d'abord que les premières fractions de potasse dégagent plus de chaleur que celle qui répondrait à une séparation d'oxyde de cuivre équivalente (+ 2,2 au lieu de + 1,5; + 4,4 au lieu de + 3,1); on voit, en outre, que presque toute la chaleur est dégagée par les trois premiers quarts de potasse, lesquels ne laissent pas de sel de cuivre en dissolution.

» Ce sont là des observations fort importantes pour l'analyse, car elles montrent qu'un sel métallique peut être précipité complètement, et la liqueur résultante être neutralisée, sans qu'il y ait équivalence entre l'alcali précipitant et l'acide du sel métallique : une portion de ce dernier peut, on le voit, être entraînée dans le précipité. Un grand nombre de sels métalliques se comportent d'une façon analogue.

» 8. Montrons enfin comment on peut concevoir la formation de l'oxychlorure de cuivre, au sein d'une solution aqueuse de chlorure cuivrique, sous l'influence de l'échauffement et surtout en présence de certains sels. Il suffit

pour cela d'envisager, d'une part, la diminution graduelle de la chaleur de formation du chlorure de cuivre dissous avec la température; et d'autre part, la dissociation, c'est-à-dire la décomposition partielle en chlorure moins hydraté, sinon même anhydre, des hydrates de chlorure cuivrique existant dans les dissolutions de ce sel. Précisons par quelques données numériques.

» 9. La formation du chlorure cuivrique étendu, au moyen de l'oxyde de cuivre et de l'acide chlorhydrique étendu, vers 15°,

$$HCl + 200 HO + CuO = CuCl + 201 HO, \text{ dégage} \ldots\ldots \quad +7,5$$

» Cette quantité est d'ailleurs à peu près la même avec l'oxyde anhydre et avec l'oxyde hydraté. A 100°, d'après les chaleurs spécifiques données par M. Marignac, elle se réduit à + 6,0. Ces chiffres peuvent être envisagés comme se rapportant à des liqueurs qui renferment surtout un chlorure de cuivre hydraté, tel que CuCl, 2HO. Mais la chaleur de formation d'un équivalent de chlorure de cuivre anhydre, supposé séparable des liqueurs par quelque réaction supplémentaire, à partir des mêmes composants, serait moindre; elle se réduirait à + 4,0 vers 100°, soit + 12,0 pour 3CuCl. Or ces chiffres sont tels que la décomposition des 3 équivalents CuCl, en oxyde et acide, nécessaire pour la formation de l'atakamite, peut être effectuée par le travail exprimé par les 13^{Cal} dégagées à 100°, lors de la réunion des 3CuO produits par cette décomposition, avec un quatrième équivalent de chlorure. Il suffira donc que quelque condition, telle que l'échauffement, ou la présence d'un sel étranger, détermine au sein des liqueurs la dissociation de l'hydrate de chlorure cuivrique et la formation d'un peu de chlorure anhydre, pour voir apparaître l'atakamite.

» Sans entrer plus avant dans cette discussion, que les données connues ne permettent pas d'approfondir davantage, je crois en avoir dit assez pour faire comprendre comment la dissociation des hydrates salins dans leurs dissolutions mêmes, la diminution de la chaleur de formation des sels dissous avec la température, enfin la chaleur propre de formation des sels basiques permettent de rendre compte de la décomposition des sels métalliques sous l'influence de l'eau qui les tient en dissolution. »

CHIMIE. — *Contributions à l'histoire des éthers*; par M. BERTHELOT.

« 1. J'ai mesuré, il y a quelque temps, la chaleur de formation de l'éther méthylique gazeux; pour en compléter la comparaison avec celle des autres éthers, j'ai cru utile de déterminer aussi la chaleur de dissolution. J'ai trouvé, à 17°, en dissolvant 1 partie d'éther en poids dans 200 parties d'eau, que

$(C^2H^3O)^2 = 46^{gr}$, s'est dissous en dégageant + 8,16 et + 8,36; moyenne.... $+ 8^{Cal},26$.

On déduit de ce chiffre, joint à mes autres données et à la chaleur de combustion de l'alcool méthylique (F. et S.) :

$(C^2H^3O)^2 + H^2O^2 = 2C^2H^4O^2$, absorbe, tous les corps gazeux : − 1,8; tous dissous... − 0,1,

nombres du même ordre de grandeur que ceux qui se rapportent à l'éther ordinaire :

$(C^4H^5O)^2 + H^2O^2 = 2C^4H^6O^2$, absorbe, tous les corps gazeux : − 3,0; tous dissous.. + 0,5.

» On voit que la transformation des éthers simples en alcools répondrait, pour l'état dissous, à un phénomène thermique à peu près nul.

» 2. J'ai mesuré la chaleur de combustion de l'éther chlorhydrique gazeux, en plaçant dans mon détonateur quelques grammes d'eau, afin de ramener l'acide chlorhydrique à un état final bien défini ([1]). La quantité d'éther brûlé a été estimée, d'une part, par la pesée de l'acide carbonique, et, d'autre part, par la détermination de l'acide chlorhydrique dans l'eau.

» Ces deux procédés se contrôlent. J'ai trouvé, pour la réaction à volume constant :

$$C^4H^5Cl \text{ gaz} + O^{12} + nHO = 2C^2O^4 \text{ gaz} + HCl \text{ dissous dans } (n+4)HO,$$

I. D'après HCl.................... + 326,4

II. D'après HCl.................... + 324,0 } Moy. : + 326,3.
D'après CO^2.................... + 328,6 }

La moyenne générale, + 326,35, doit être accrue de + 0,54, à pression

([1]) Cette dose était d'ailleurs assez faible pour que son action dissolvante sur le gaz carbonique fût négligeable.

constante, ce qui donne + 326,9. En retranchant alors la chaleur de dissolution de HCl, on a en définitive

$$C^4H^5Cl \text{ gaz} + O^{12} = 2C^2O^4 \text{ gaz} + 2H^2O^2 \text{ liquide} + HCl \text{ gaz} = 309,5.$$

On tire de là

C^4 (diamant) + H^5 + Cl = C^4H^5Cl gaz, dégage....	+ 348	− 309,5 = + 38,5
C^4H^5Cl liq. dégage...	+ 45,0	
C^4H^4 gaz + HCl gaz = C^4H^5Cl gaz, dégage........	+ 341,4	− 309,5 = + 31,9

» Le dernier chiffre est plus élevé que je ne l'avais supposé autrefois : il est à peu près double de la chaleur de formation du chlorhydrate d'amylène gazeux, au moyen de l'acide et du carbure gazeux (+ 16,9). Il paraît donc exister, entre les chaleurs de formation des éthers chlorhydriques primaires et celles des éthers chlorhydriques secondaires, une différence analogue à celle qui se manifeste entre les sels ammoniacaux des acides forts (AzH^3 + HCl = AzH^3HCl solide, dégage + 42,5) et ceux des acides faibles (sulfhydrate, + 23,0; cyanhydrate, + 20,5); cet écart, dans un cas comme dans l'autre, répond, d'ailleurs, à l'inégale stabilité des composés.

» Je compte répéter encore une fois ces mesures, et les étendre à l'éther méthylchlorhydrique et à quelques autres. »

CHARBON ET SEPTICÉMIE. — *Sur l'étiologie des affections charbonneuses.* Lettre de M. PASTEUR à M. DUMAS.

(Suite à une précédente Communication par MM. PASTEUR, CHAMBERLAND et ROUX.)

« Arbois, ce 27 août 1880.

» Dans la lecture que j'ai faite récemment à l'Académie, en mon nom et au nom de MM. Chamberland et Roux, j'ai fait connaître un ensemble de résultats qui donnent la clef de l'étiologie de l'affection charbonneuse dans les pays où cette maladie est enzootique. Je la résume en quelques mots : Un animal charbonneux est enfoui; le parasite, cause de la maladie, et dont le sang est rempli, se cultive dans la terre qui entoure le cadavre; il s'y réduit à l'état de germes. Ceux-ci seraient inoffensifs s'ils restaient à l'intérieur de la terre, mais les vers de terre les ramènent des profondeurs à la surface. Alors les pluies et les travaux de la culture les répandent sur les plantes ou les eaux les entraînent dans les ruisseaux quand les circon-

stances s'y prêtent. Ensuite ces germes du mal pénètrent dans le corps des animaux et y développent le parasite infectieux.

» Je veux m'efforcer d'entourer ces principes de toutes les preuves qu'ils comportent, afin que les esprits, même les plus prévenus en faveur de la spontanéité des maladies transmissibles, soient obligés de se rendre à l'évidence.

» Il y a deux ans, une épizootie charbonneuse se déclara sur les vaches d'un petit village du département du Jura, que la maladie n'avait pas visité depuis un grand nombre d'années. Elle fut provoquée très probablement par une vache qui venait du haut Jura et qui était charbonneuse à l'insu du boucher qui l'avait amenée.

» Dans une prairie de plusieurs hectares, un peu inclinée, on a enfoui, à 2^m de profondeur et à des places distinctes, trois des vaches mortes charbonneuses au mois de juin 1878. L'emplacement des fosses est aujourd'hui encore parfaitement reconnaissable à deux signes physiques : une petite crevasse, formée tout autour de la terre qui recouvre les fosses, délimite celles-ci comme par un cercle; en outre l'herbe a poussé plus dru sur les fosses que dans le reste de la prairie. Notez enfin que depuis deux ans, à intervalles variables de quelques mois, nous avons recueilli, soit de la terre meuble, soit des déjections de vers de terre à la surface des fosses, et que dans tous les cas nous y avons constaté la présence des germes du charbon, tandis qu'à quelques mètres seulement de ces fosses on n'en découvrait pas.

» Comment douter que des vaches, en allant paître dans cette prairie, ne puissent y trouver l'occasion d'y devenir charbonneuses? Mais, comme rien ne vaut une preuve directe, nous avons fait établir sur une de ces fosses un très petit enclos à l'aide d'une barrière à claire-voie et nous y avons placé quatre moutons; dans un autre enclos pareil sur le même champ et à 3^m ou 4^m en amont du premier, là où l'on n'avait pas enfoui de vaches charbonneuses en 1878, nous avons installé quatre autres moutons témoins. La double expérience commença le 18 août. Dès le 25 août, un mouton est mort charbonneux, le sang rempli du parasite de l'affection, dans l'enclos sur la fosse. Les moutons témoins se portent très bien. Quelle saisissante démonstration de la théorie que j'ai rappelée tout à l'heure, et combien est évidente la prophylaxie de l'affection charbonneuse!

» Permettez-moi, avant de terminer, de vous faire une autre confidence. Je me suis empressé, également avec le concours de MM. Chamberland et Roux, de vérifier les faits si extraordinaires que M. Toussaint, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, a annoncés récemment à l'Académie. Sur

la foi d'expériences nombreuses et qui ne laissent pas place au doute, je puis vous assurer que les interprétations de M. Toussaint sont à reprendre.

» Je ne suis pas davantage d'accord avec M. Toussaint sur l'identité qu'il affirme exister entre la septicémie aiguë et le choléra des poules. Ces deux maladies diffèrent du tout au tout. »

M. **Bouley** présente, à propos de la Note précédente de M. *Pasteur*, les observations suivantes :

« Je crois devoir profiter de l'occasion qui m'est offerte par la Communication de M. Pasteur, pour donner à l'Académie quelques renseignements sur les expériences de M. Toussaint, en cours d'exécution. L'Académie se rappellera peut-être qu'après l'ouverture du paquet cacheté, où M. Toussaint avait exposé son procédé d'inoculation préventive contre le charbon, M. Marey m'ayant demandé comment M. Toussaint interprétait le mode d'action du liquide avec lequel il vaccinait les moutons, je lui répondis qu'il y avait dans la Communication de M. Toussaint deux questions qu'il fallait disjoindre, celle de fait et celle d'interprétation; que sur celle-ci il pourrait y avoir des divergences d'opinion, mais que, si l'autre était établie et démontrée rigoureusement vraie par l'expérimentation, ce serait là la chose principale au point de vue pratique; qu'après tout, ce n'était pas une question absolument éclaircie que celle du mode d'action de la vaccine comme préservatif de la variole, mais qu'on n'en bénéficiait pas moins de son action préservatrice.

» Les premiers faits recueillis par M. Toussaint, dans son laboratoire, me paraissant démontrer qu'il avait réussi à vacciner des moutons contre le charbon, j'ai demandé à M. le Ministre de l'Agriculture, qui a bien voulu l'accorder, d'autoriser M. Toussaint à faire l'essai de son *vaccin* sur une vingtaine de sujets du troupeau d'Alfort. Sur les vingt animaux soumis à cette épreuve, quatre périrent dans les quatre premiers jours, et leur autopsie démontra qu'ils étaient morts par le charbon. C'était là la preuve que le liquide inoculé n'était pas destitué de bactéridies. M. Toussaint, en présence de ce fait, qu'il apprit à son retour de Cambridge, fit ses réserves à Reims, devant les membres de l'Association pour l'avancement des Sciences, à l'endroit de l'interprétation que pouvait comporter l'action de son liquide *vaccinal*.

» De son côté, M. Pasteur, une fois connu le procédé de M. Toussaint, fit faire des expériences de vérification à l'École Normale par ses collabo-

rateurs; il en fit lui-même dans le Jura, et il a eu la délicatesse de s'abstenir de toute critique détaillée pour laisser à M. Toussaint le soin de se contrôler lui-même.

» Quoi qu'il en soit de la nature du liquide dont M. Toussaint s'est servi pour pratiquer l'inoculation préventive du charbon, je crois que les faits déjà constatés autorisent à admettre que cette inoculation est réellement préventive ou, autrement dit, qu'elle investit de l'immunité les moutons qui ont résisté à son action. Ainsi M. Toussaint a actuellement à Toulouse dix moutons et un lapin qui sont invulnérables par le charbon. A Alfort, sur les seize moutons survivant à l'inoculation *vaccinale*, deux ont été inoculés avec un charbon très actif, sans en rien ressentir. Un lapin, témoin, inoculé avec le même virus, y a succombé. Voilà donc treize sujets qui témoignent actuellement des propriétés préventives de l'inoculation faite d'après le mode conseillé par M. Toussaint. Ces expériences vont être continuées avec les autres moutons *vaccinés*, et la présomption est bien grande qu'elles réussiront comme sur les deux premiers, car ils ont été malades comme eux, à la suite de l'insertion du virus réputé vaccinal.

» Si tous ces animaux résistent à l'épreuve de l'inoculation charbonneuse à laquelle ils vont être soumis, la question expérimentale sera définitivement jugée dans le sens affirmé par M. Toussaint, c'est-à-dire de l'immunité sûrement donnée par une inoculation préventive.

» Restera la question pratique, celle de l'application de la vaccination aux troupeaux pour les rendre inattaquables par le charbon dans les pays où sévit cette maladie. Pour faire entrer cette vaccination dans la pratique, une condition est indispensable : c'est que l'activité du virus préventif soit maintenue, par son mode de préparation, dans une telle mesure qu'il ne produise toujours que des effets bénins, ou, autrement dit, que la maladie qu'il donne soit supportable pour l'organisme et qu'il puisse la surmonter. C'est là le problème à résoudre, et il sera résolu, j'en suis convaincu, par l'expérimentation. Une fois la pratique en possession de cette ressource conservatrice, bien des pertes seront épargnées à l'Agriculture, qui sera redevable à la Science d'un grand service de plus.

» J'imagine que, une fois que l'inoculation préventive contre le charbon sera devenue pratique, on pourra réussir à faire, non pas des races, mais des générations *réfractaires au charbon*, en s'inspirant du fait si intéressant, que M. Chauveau a signalé, de la complète immunité contre le charbon des agneaux qui naissent de mères inoculées dans les derniers mois de la gestation. On sait, d'après les expériences de M. Chauveau, que, si les races

algériennes sont réfractaires au charbon en ce sens qu'elles lui résistent, elles ne laissent pas d'en ressentir les effets, se traduisant, après l'inoculation, par l'élévation de la température du corps, les engorgements ganglionnaires et même, chez quelques sujets, par la tristesse, l'inappétence, etc. Ce sont là les signes de l'infection bactéridienne, dans un milieu qui n'est pas favorable au développement de la bactéridie. Or, de ces signes, aucun n'apparaît sur l'agneau né d'une mère inoculée à la dernière période de la gestation. Sur lui, l'inoculation reste absolument stérile. Son organisme a acquis l'immunité en même temps que celui de sa mère, car il est remarquable que, si les moutons réfractaires de l'Algérie sont sensibles à une première inoculation charbonneuse, ils deviennent insensibles à toutes les autres. C'est encore ce que démontrent les expériences de M. Chauveau. Cela étant, supposons que nous soyons en possession d'un liquide d'inoculation si bien mesuré dans son intensité qu'il fasse l'office d'un véritable vaccin : rien ne serait simple comme de pratiquer l'inoculation préventive sur les mères à la dernière période de la gestation. On ferait d'une pierre deux coups : l'inoculation pratiquée aux mères serait préventive pour elles-mêmes et pour leurs fœtus, et, quand ceux-ci viendraient au monde, ils se trouveraient comme naturellement blindés contre le charbon. Toutes ces espérances sont autorisées, et j'ai, pour ma part, une grande foi dans leur réalisation. »

ASTRONOMIE. — *Planète* (217), *découverte par M.* Coggia, *à l'Observatoire de Marseille, le* 30 *août* 1880. Note de M. Stéphan.

Dates. 1880.	Heure de l'observation (temps moyen de Marseille).	Ascension droite de (217).	Distance polaire de (217).	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Observateur.
Août 30 ..	13h47m30s	23h16m51s,32	94°21′22″,2	$+\bar{1},1085$	$-0,8169$	Coggia
» 31 ..	10.41.53	23.16.23,66	94.31.49,1	$-\bar{1},3155$	$-0,8155$	»

» Position moyenne, pour 1880,0, de l'étoile de comparaison commune aux deux observations précédentes :

Étoile de comparaison.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
8123 B. A. C.	23h14m0s,94	94°34′6″,3	Cat. B. A. C.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la part qui revient à* Claude de Jouffroy *dans l'histoire des applications de la vapeur*. Note de M. DE LESSEPS.

« La petite-fille du célèbre savant Claude de Jouffroy m'a écrit pour exprimer le regret que, dans le discours prononcé à Blois, au nom de l'Académie, à l'occasion de l'inauguration de la statue de Denis Papin, il n'ait pas été fait mention de son illustre aïeul, qui, à la fin du siècle dernier, avait appliqué la force de la vapeur à la navigation, fait constaté par une Commission de l'Académie des Sciences dont Arago avait été le rapporteur.

» Je lui ai répondu que, ayant eu seulement à rappeler les inventions antérieures à Papin et celles de Papin lui-même, je n'avais pas dû mentionner le nom de Claude de Jouffroy, né en 1751.

» J'ai ajouté que, si j'avais eu à faire l'histoire de la vapeur, il n'eût pas été permis d'oublier qu'en 1783 Claude de Jouffroy avait inventé le *pyroscaphe*, qui remonta pendant seize mois la Saône avec une vitesse de deux lieues à l'heure.

» J'ai alors promis à Mlle Marthe de Jouffroy que, respectant le louable sentiment qui avait dicté sa Lettre, je serais heureux, dans une des premières séances de l'Académie, de faire connaître son regret et la réponse que j'avais eu l'honneur de lui adresser. Elle s'est montrée très reconnaissante de mon intention, et j'espère que l'Académie voudra bien accéder à son désir, en permettant que cette Note soit insérée dans les *Comptes rendus*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Les ennemis du Phylloxera gallicole*. Note de M. COSTE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En observant la vie évolutive du Phylloxera des feuilles, comme préparation à l'étude du cycle biologique complet du destructeur de nos vignobles, je me suis trouvé en présence de plusieurs ennemis du Phylloxera épigée, les uns bénins, les autres assez sérieux, que je crois devoir signaler, en les décrivant d'une manière sommaire.

» 1. Dans la catégorie des ennemis bénins, doit être rangée une larve d'Acarien qui présente les caractères suivants :

» Corps aptère, ovale, un peu serré au thorax, de couleur rouge orange et d'une dimension très réduite, sensiblement égale à celle d'un jeune Phylloxera qui vient à peine d'éclore. Tête articulée, distincte du thorax, portant deux fortes pinces de fixation, terminées chacune par deux crochets et par des palpes épineux. Bouche en petite trompe triangulaire, armée de deux pinces d'aspiration. Six pattes à six articles; le dernier, plus fort que les autres, est armé de trois ongles. Poils très courts et cloisonnés sur le corps, plus longs et descendant sur les pattes.

» La larve en question est celle du *Trombidium fuliginosum* (Herm.). Elle a été trouvée dans des galles de trois cépages américains, le Clinton, le Vialla et l'Oposta, suçant la pondeuse; parfois aussi, attachée au flanc d'un *Thrips* et se faisant voiturer par lui, jusqu'à ce qu'un accident la fasse se détacher ou que la mort de sa victime s'ensuive. En raison de son peu d'agilité, cette larve n'est pas capable de nuire considérablement au Phylloxera; elle ne peut s'attaquer qu'aux pondeuses immobiles, jamais aux jeunes, qui sont très agiles.

» Il n'en est pas de même de l'adulte, qui est doué d'une grande agilité et fait la chasse au Phylloxera, sur les feuilles et dans les grosses galles ouvertes, où nous l'avons parfois trouvé entouré de cadavres de jeunes. Toutefois, on ne doit pas trop compter sur lui pour diminuer sensiblement la population phylloxérienne des feuilles. Les moyens de multiplication, comme ceux de tous les Acariens, sont bien trop limités, en regard des facilités étonnantes qu'accorde la parthénogénèse à la propagation du terrible parasite de la vigne.

» 2. En examinant les premières galles formées, cette année, sur les vignes américaines de la pépinière départementale de Vaucluse, mon attention fut vivement sollicitée par un très petit insecte, de couleur claire, extrêmement agile et très difficile à capturer. Je trouve à son sujet la description suivante sur mon journal d'observations :

» Corps aptère, lisse, en forme de bouclier, de couleur jaune verdâtre dans son ensemble, mais présentant, vu au microscope, trois zones distinctes : une claire au milieu, une seconde plus foncée autour de la première, et enfin le pourtour, qui est blanchâtre, et forme une sorte d'auréole. Huit pattes à sept articles, portant des poils descendants, plus nombreux et plus longs sur le sixième article que sur les autres. Le septième article, très mobile, est filiforme et terminé par une caroncule plissée en éventail, susceptible de s'étaler et accompagnée de deux ongles.

» Bouche en trompe pyramidale, constituant un rostre armé d'une paire de mandibules pertractiles en pinces.

» A ces caractères, je reconnus bien vite un jeune *Gamase* non sexué, et M. Mégnin, l'homme de France qui connaît le mieux les Arachnides, à

qui je l'adressai, me répondit qu'il appartenait à l'espèce que, dans son excellent Ouvrage, il a nommé *Gamasus viridis*. Depuis, j'en ai trouvé un certain nombre d'exemplaires, sur les feuilles et dans les galles, sans qu'il m'ait jamais été possible de le surprendre, d'une façon bien certaine, dévorant le Phylloxera. Toutefois, l'état des galles où il avait élu domicile ne peut guère me laisser de doutes sur ce point.

» 3. Le 2 juillet, en ouvrant des galles de Vialla, j'en vis sortir un très petit insecte, à mouvements très vifs. Placé sur le porte-objet du microscope, il se montra avec les caractères suivants :

» Corps allongé ($\frac{1}{3}$ de millimètre), aptère, de couleur jaunâtre, serré au thorax et renflé à l'abdomen. Celui-ci présente des sillons transversaux, qui portent des poils, et diminuent successivement de largeur en allant vers la partie postérieure.

» Six pattes fortes et courtes, à trois articles, le dernier terminé en massue et portant des palpes épineux. Bouche placée au-dessous de la tête et s'avançant vers le corselet; elle est en petite trompe courte et conique (comme celle des Orthoptères), armée de palpes cloisonnés et de deux petites pinces d'aspiration. Tête presque ronde, portant deux yeux de couleur brune et deux antennes à quatre articles; le supérieur, plus long et plus large que les autres, est terminé par trois poils divergents; il en porte aussi latéralement.

» A ces caractères on pouvait soupçonner la larve, au premier âge, d'un insecte de la tribu des *Thripsiens*.

» Bientôt après, les galles phylloxériennes montrèrent la même larve, plus grosse, plus ramassée, à antennes rabattues en arrière sur le corselet, et montrant quatre fourreaux d'ailes : c'était la nymphe. L'insecte parfait ne se fit pas longtemps attendre. Il apparut bientôt, ayant quatre ailes étroites, très finement pointillées, à nervures parallèles, et portant des poils raides et longs, surtout vers les extrémités. Le corps, un peu plus allongé que celui de la larve, atteint environ $\frac{3}{4}$ de millimètre de longueur. Il est de couleur jaune, couvert de poils courts, un peu aplati à l'abdomen et terminé postérieurement par une partie plus longue que celle qui la précède immédiatement. C'est une sorte de petite queue en éventail, armée de six piquants raides, que l'insecte relève et abaisse à volonté.

» Pour tout le reste, l'insecte est semblable à la larve et à la nymphe. C'est un Thripsien qui nous paraît pouvoir être rangé dans le sous-genre *Heliothrips* de Halyday. Nous espérons pouvoir bientôt en déterminer l'espèce.

» Depuis, le 15 juillet, une nouvelle larve de *Thrips* s'est montrée dans les galles sous la forme d'un insectide rouge, dont le corps, à sillons transversaux, est très allongé, tubuleux et terminé en pointe. Celle-ci porte deux

longs poils divergents. Ses antennes ont sept articles; le dernier, filiforme, est couvert de nombreux poils; tous les autres, en cône renversé, ne portent que quelques poils.

» Le 20 juillet, l'adulte commença à se montrer dans les galles.

» Son corps est de couleur jaune verdâtre, avec quelques parties un peu rougeâtres. L'insecte a deux yeux latéraux et trois ocelles disposés en triangle au-dessus de la tête. Ses ailes étroites, plus longues que le corps, n'ont que des nervures parallèles; elles sont ciliées sur les bords et portent de longs poils à leur extrémité.

» Bien qu'il ne nous ait pas encore été possible de caractériser spécifiquement cet insecte, il est facile de reconnaître en lui un nouveau représentant de la famille des *Thripsiens*. Comme le premier, on le trouve à tous les états de développement dans les galles, et celles-ci portent des traces non équivoques de leur passage : pondeuse et jeunes sucés ou rongés, parfois aussi œufs vidés, telles sont les conséquences de leur présence dans les galles. De telle sorte que, quoique n'ayant jamais pu surprendre l'insecte sur le fait, et bien qu'il ait été admis jusqu'ici que les *Thrips* sont tous exclusivement phytophages, nous sommes persuadé que nos nouveaux habitants des galles sont carnassiers et s'attaquent au Phylloxera gallicole.

» 4. Mais l'ennemi le plus sérieux de ce dernier est représenté par une larve du genre *Scymnus*. Bien qu'il soit admis que la plupart des représentants de ce genre sont aphidiphages, aucun n'a encore été signalé comme s'attaquant au Phylloxera. Or, il en est bien ainsi de notre larve : la question a été vidée par une observation rigoureuse et directe, en la nourrissant pendant plusieurs jours avec des pondeuses, des jeunes et des œufs, dont elle est très vorace.

» Les caractères sont les suivants :

« Corps allongé, de couleur noirâtre, portant onze anneaux, dont deux thoraciques et neuf abdominaux, ayant $0^{m},001$ après l'éclosion et $0^{m},006$ au dernier âge, hérissé de piquants noirâtres, nombreux et raides, disposés en six lignes régulières, dans le sens longitudinal, sur des mamelons ou tubercules placés au sommet des anneaux transversaux. Après l'éclosion de la larve, les tubercules, qui sont bifurqués en deux piquants inégaux, ont très peu de relief. Celui-ci s'accentue à chaque mue et les piquants deviennent de plus en plus nombreux. Du milieu du tubercule s'élève une sorte de tige charnue, qui va en s'allongeant jusqu'au dernier âge, et porte, à ce moment, disposés tout autour en spirale, de dix à douze longs et forts piquants. Les pattes, au nombre de six, sont longues et à trois articles, le dernier armé d'un fort ongle et d'un petit onglon.

» La tête porte, placés sur trois plans différents, six appendices très mobiles, deux longs et quatre courts. Les deux premiers, à deux articles, sont les antennes; les quatre autres, armés de fines aiguilles, qui servent parfois à frapper la victime, sont des pinces de fixa-

tion. La bouche, placée au-dessous de la tête, est large et peu ouverte; elle porte deux pinces d'aspiration, se déploie en avant pour happer la proie saisie par les deux pattes de devant, et se replie aussitôt au-dessous du thorax pour la dévorer.

» C'est par succion qu'opère la larve, non pas seulement du liquide, mais bien de toute la matière contenue dans le corps du Phylloxera. Lorsque celui-ci est presque vide, et pour mieux le nettoyer, la larve y injecte et aspire alternativement un liquide de couleur jaune sale, jusqu'à ce qu'il ne reste plus que la peau. En quelques instants, qu'il s'agisse d'un Phylloxera ou d'un œuf, l'opération est terminée.

» On trouve cette larve en abondance, surtout vers la fin de juillet et en août, alors que les feuilles criblées de galles présentent celles-ci à l'état de véritables sillons béants remplis de pondeuses, de jeunes et d'œufs. Les œufs déposés par l'adulte dans ces sortes de sillons, ou dans les galles ouvertes, sont brillants, de forme ellipsoïde et de couleur cannelle. L'éclosion se fait en peu de jours; la larve vit et accomplit ses mues au milieu de la pâture; aussi, en douze ou quinze jours, elle est prête à se transformer en insecte parfait. Nous attendons celui-ci, provenant d'un élevage fait avec des larves issues d'œufs trouvés dans les galles, pour le caractériser spécifiquement.

» Il paraît très voisin d'un Ver mangeur de pucerons, dont parle Réaumur dans ses Mémoires. Il n'en diffère que par ses piquants. Le grand entomologiste parle encore d'une larve couverte d'une sécrétion lanugineuse blanche, qu'il appelle le *barbet blanc*, et qui est encore un *Scymnus*, que nous avons rencontré partout en compagnie du premier. Celui-ci, nous l'avons trouvé sur divers points où il y avait des galles : à la pépinière de cépages américains de Vaucluse; dans les plantations de M. Champin; dans le département de la Drôme; enfin à Sorgues, chez M. Villion. Sur ce dernier point, où les Clinton sont tellement criblés de galles que les feuilles en sont déformées et alourdies, notre cannibale, à tous les âges, est si abondant, que nous nous sommes demandé au premier moment s'il n'était pas la cause de la bisannualité, plusieurs fois observée ici, dans l'apparition du Phylloxera gallicole.

» En y réfléchissant, une autre cause nous est apparue, que nous étudions en ce moment, et qui pourra faire l'objet d'une prochaine Communication. »

M. Borel adresse diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Ch. Mesnager adresse une Note relative à la théorie des parallèles.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

Un Anonyme, qui a pris pour devise « Non inultus premor », adresse un second Supplément à son Mémoire pour le Concours du grand prix des Sciences mathématiques.

(Renvoi à la Commission.)

M. G. Ville demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat un Mémoire déposé en 1876 par son père, feu *Ludovic Ville*, et intitulé « Recherches minéralogiques sur les puits artésiens de la province d'Alger ».

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois publications se rapportant à l'histoire des Mathématiques, par M. *C. Henry*. (Voir les titres de ces Ouvrages au Bulletin bibliographique de cette séance).

2° Un travail de M. *Alf. Pamard*, portant pour titre « La mortalité dans ses rapports avec les phénomènes météorologiques dans l'arrondissement d'Avignon ». (Renvoi au Concours du prix de Statistique.)

3° Une brochure de M. *E. Dehais*, intitulée « Assurances sur la vie et annuités pour une seule tête ». (Renvoi au Concours du prix de Statistique.)

4° Une Brochure de M. *A.-F. Marion*, intitulée « Application du sulfure de carbone au traitement des vignes phylloxérées (quatrième année). Rapport sur les travaux de l'année 1879 et sur les résultats obtenus ». (Cette brochure, transmise par M. Paulin Talabot, est renvoyée à la Commission du Phylloxera.)

M. le Ministre du Chili transmet à l'Académie diverses publications qui lui sont adressées par M. *Domeyko*, recteur de l'Université du Chili. (Voir les titres de ces Ouvrages au Bulletin bibliographique de cette séance.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des protubérances, des facules et des taches solaires pendant le premier semestre de l'année* 1880. Note du P. Tacchini.

« Les observations des protubérances solaires ont été faites pendant le premier semestre de 1880, par la même méthode et avec les mêmes appareils que précédemment. Le nombre de jours d'observation a été de 88, savoir 45 dans les mois de janvier, février et mars, et 43 en avril, mai et juin. Voici les résultats relatifs à chacun de ces deux trimestres, comparés aux deux derniers de 1879 :

	1879.		1880.	
	3e trimestre.	4e trimestre.	1er trimestre.	2e trimestre.
Nombre moyen des protubérances par jour........	3,4	5,1	5,3	6,3
Hauteur moyenne des protubérances...........	38″,81	41″,74	40″,00	42″,50
Extension moyenne des protubérances...........	1°,64	2°,01	2°,14	2°,19

» L'accroissement de l'activité solaire est manifesté même par les observations des protubérances hydrogéniques, quoique les phénomènes de la chromosphère augmentent assez lentement; cela s'accorderait avec le retard de leur maximum, comparé à celui des taches.

» Quant à la distribution des protubérances, nous avons trouvé, dans la nouvelle série, la même loi que dans les deux trimestres précédents, c'est-à-dire que le maximum de fréquence a lieu, dans chaque hémisphère, entre les parallèles de 30° et 50°, comme le montrent les nombres suivants :

Nombre des protubérances aux différentes latitudes héliocentriques.

	Protubérances.	
Latitudes.	1er trimestre 1880.	2e trimestre 1880.
De + 90 à + 70.......	0	1
De + 70 à + 50.......	31	43
De + 50 à + 30.......	65	54
De + 30 à + 10.......	23	39
De + 10 à 0.......	0	4
De 0 à − 10.......	5	5
De − 10 à − 30.......	25	40
De − 30 à − 50.......	68	69
De − 50 à − 70.......	11	27
De − 70 à − 90.......	1	0

» Pour les facules, nous avons obtenu des résultats parfaitement comparables à ceux des trimestres précédents. Voici les nombres obtenus :

Nombre des facules aux différentes latitudes héliocentriques.

Latitudes.	Facules. 1er trimestre 1880.	Facules. 2e trimestre 1880.
De + 90 à + 70	0	0
De + 70 à + 50	5	0
De + 50 à + 30	37	14
De + 30 à + 10	62	62
De + 10 à 0	3	6
De 0 à — 10	8	2
De — 10 à — 30	40	29
De — 30 à — 50	2	8
De — 50 à — 70	3	0
De — 70 à — 90	0	0

» Le maximum de fréquence pour les groupes des facules tombe plus près de l'équateur solaire que celui des protubérances. Le nombre des groupes de facules dans l'hémisphère nord est bien plus grand que dans l'hémisphère sud ; il est à peu près double, tandis que les protubérances sont également réparties dans les deux hémisphères.

» Je donnerai encore le nombre et la distribution des groupes de taches solaires :

Nombre des groupes des taches aux différentes latitudes.

Latitudes.	Taches. 1er trimestre 1880.	Taches. 2e trimestre 1880.
De + 90 à + 70	0	0
De + 70 à + 50	0	0
De + 50 à + 30	3	0
De + 30 à + 10	11	14
De + 10 à + 0	0	0
De 0 à — 10	6	2
De — 10 à — 30	11	10
De — 30 à — 50	0	1
De — 50 à — 70	0	0
De — 70 à — 90	0	0

» Le maximum de fréquence des taches et des facules s'est donc produit dans les mêmes zones pour les deux hémisphères solaires; seulement, les protubérances se présentent assez près des pôles du Soleil. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la loi des machines magnéto-électriques.* Note de M. J. JOUBERT.

« J'ai eu dernièrement l'honneur de communiquer à l'Académie ([1]) les méthodes expérimentales que j'emploie pour étudier les lois des courants alternatifs utilisés pour la production de la lumière électrique. L'application de ces méthodes à la machine à courants alternatifs de Siemens m'a montré que l'intensité moyenne du courant donné par cette machine se trouve très exactement représentée par la formule

$$I = \frac{C}{(R^2 + m^2)^{\frac{1}{2}}},$$

dans laquelle R est la résistance totale du circuit, m une constante qui ne dépend que de la vitesse et varie en raison inverse de la durée T de la période, enfin C une autre constante égale au quotient par $\sqrt{2}$ de la valeur maxima de la force électromotrice de la machine marchant à circuit ouvert mesurée directement.

» La simplicité de ce résultat et la concordance parfaite des expériences avec la formule m'ont fait penser que j'étais en présence, non pas seulement d'une formule empirique, mais de l'expression même de la loi du phénomène, et j'ai été conduit à chercher si la théorie ne pourrait pas me ramener à cette formule.

» Supposons la machine animée d'un mouvement uniforme. Soient E la valeur, à un instant donné, de la force électromotrice résultant du champ magnétique primitif, c'est-à-dire du champ tel qu'il existe quand le système induit est au repos, et I la quantité d'électricité mise en mouvement pendant le temps dt à partir de cet instant. Le travail électromagnétique est égal à $EI\,dt$, et ce travail se retrouve dans le travail calorifique du courant $I^2R\,dt$ et dans le travail des forces électromotrices inverses qui naissent des réactions des diverses parties de la machine. L'expérience montre que les réactions sur les électro-aimants inducteurs sont négligeables, car le courant de l'excitatrice, mesuré à un galvanomètre de sensibilité extrême, n'accuse aucune variation quand on ferme ou quand on ouvre le circuit induit; les réactions se réduisent donc à l'induction du courant sur lui-

([1]) *Comptes rendus*, séance du 26 juillet 1880.

même. Si l'on représente par U le flux de force émanant du système induit quand il est traversé par l'unité de courant, et par conséquent par $\frac{U}{2}$ ce qu'on appelle le coefficient de *self-induction*, le travail de l'extra-courant pendant le temps dt a pour valeur $UI\frac{dI}{dt}dt$. On a donc l'équation

$$EI\,dt = I^2\,dt + UI\frac{dI}{dt}\,dt$$

ou, en divisant par I et par dt

(1) $$E = IR + U\frac{dI}{dt}.$$

» Cette équation n'est autre que l'équation donnée par Helmholtz et dont il a déduit les lois des courants induits qui se produisent au moment de la fermeture et de l'ouverture du circuit de la pile, avec cette différence cependant que, dans la formule de M. Helmholtz, la quantité E est une constante, tandis qu'ici elle est une fonction du temps.

» Pour déterminer cette fonction, j'ai opéré de la manière suivante. J'ai mis le système induit en communication avec un galvanomètre Thomson à oscillations non amorties, et, l'arc qui correspond à la demi-période de la machine ayant été divisé en dix parties égales, j'ai, au moyen d'un dispositif très simple, fait parcourir brusquement et successivement au système induit les dix intervalles consécutifs. L'arc d'impulsion du galvanomètre mesure chaque fois la quantité totale d'électricité mise en mouvement, et, par suite, la force électromotrice qui correspond aux déplacements successifs. La force électromotrice, ainsi mesurée, est bien celle qui résulte du champ primitif, puisque, dans chaque déplacement, les quantités d'électricité dues aux réactions ont une somme identiquement nulle. La courbe ainsi obtenue ne diffère pas d'une sinusoïde d'une manière sensible; on peut donc admettre que E est de la forme $E_0 \sin mt$, le temps étant compté à partir de l'instant où l'axe de la bobine induite coïncide avec l'axe de la bobine inductrice.

» Dans ces conditions, et en posant

(2) $$\tang 2\pi\varphi = \frac{2\pi}{T}\frac{U}{R},$$

l'intégrale de l'équation (1) peut s'écrire

$$i = \frac{E_0}{\left(R^2 + \frac{4\pi^2 U^2}{T}\right)^{\frac{1}{2}}} \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \varphi\right) = A \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \varphi\right),$$

la constante étant déterminée par la condition que $t = \varphi T$ quand l'intensité est nulle. L'intensité du courant à chaque instant est donc représentée par une sinusoïde dont A est l'amplitude et φ la phase ([1]).

» La quantité totale d'électricité qui passe dans le circuit pendant une demi-période a pour valeur

$$\varphi = \int_{t=\varphi T}^{t=\varphi T+\frac{T}{2}} i\,dt = A\int_{t=\varphi T}^{t=\varphi T+\frac{T}{2}} \sin(mt - 2\pi\varphi)\,dt = \frac{AT}{\pi},$$

et l'on trouve, pour l'intensité moyenne I,

$$(4) \qquad I = \frac{2A}{\pi} = \frac{\frac{2E_0}{\pi}}{\left(R^2 + \frac{4\pi^2 U^2}{T^2}\right)^{\frac{1}{2}}}.$$

» L'électromètre, dans les conditions où je l'emploie, ne donne pas cette intensité moyenne, mais la racine carrée de la moyenne des carrés des intensités, c'est-à-dire une intensité I' satisfaisant à la condition

$$I'^2 \frac{T}{2} = A^2 \int_{t=\varphi T}^{t=\varphi T+\frac{T}{2}} \sin^2(mt - 2\pi\varphi)\,dt = \frac{A^2 T}{4};$$

on en déduit

$$I' = \frac{A}{\sqrt{2}},$$

et, par suite,

$$\frac{I'}{I} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11.$$

La formule à comparer aux expériences est donc

$$(5) \qquad I' = \frac{\frac{E_0}{\sqrt{2}}}{\left(R^2 + \frac{4\pi^2 U^2}{T^2}\right)^{\frac{1}{2}}},$$

c'est-à-dire la formule à laquelle j'avais été conduit empiriquement. »

([1]) Dans ma Communication du 6 juillet, j'avais annoncé que le retard était indépendant de la vitesse, qu'il était de $\frac{1}{8}$ de la période et le même pour des vitesses de 500, 700 et 1000 tours par minute. Les expériences avaient été faites dans les conditions de travail maximum. Dans ces conditions l'intensité est constante et la phase toujours égale à $\frac{1}{8}$.

PHYSIQUE. — *Sur les variations des points fixes dans les thermomètres à mercure et sur le moyen d'en tenir compte dans l'évaluation des températures.* Note de M. J. PERNET, présentée par M. O.-J. Broch.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie et inséré en partie dans les *Comptes rendus* des séances du 16 et du 23 août, M. Crafts a communiqué d'intéressants résultats de recherches sur le déplacement du zéro dans les thermomètres à mercure qui ont été exposés à de hautes températures. Il arrive à cette conclusion, que ses expériences réduisent à un rôle nul ou très petit la part de la pression dans l'élévation permanente du point zéro.

» Occupé depuis plusieurs années de l'étude des thermomètres à mercure, autant que mes autres travaux le permettent, je suis arrivé déjà en 1875 à une conclusion tout à fait analogue. Je ne puis donc que confirmer, en principe, la manière de voir de M. Crafts. Je pourrais même rappeler que j'ai cité dans mon Mémoire (¹) précisément la même phrase de Despretz pour expliquer et l'abaissement temporaire des zéros des thermomètres exposés à des températures entre 0° et 100° et l'élévation lente qui se produit pendant les premières années qui suivent leur construction. En 1876, je suis arrivé également à ce résultat, qu'on peut faire varier à volonté le zéro entre certaines limites, en chauffant plus ou moins longtemps les thermomètres à des températures convenables et en les refroidissant lentement jusqu'à une température donnée. Me laissant guider par ces vues théoriques et surtout par la relation qui existe, dans les limites de 0° et 100°, entre les dépressions du zéro et les températures auxquelles le thermomètre vient d'être soumis, j'ai réussi à éliminer l'effet de ces variations, si nuisible à la précision de la mesure des températures (²). Ainsi, pour un thermomètre dont le zéro éprouvait une dépression de 0°,8C. après la détermination du point 100°, j'ai pu restreindre à $\frac{1}{100}$ de degré, pendant plusieurs heures, les variations du point zéro. Sans les précautions que j'ai prises, les variations auraient été de plusieurs dixièmes de degré, dans les mêmes conditions.

» Toutefois il est bon de déterminer avec le plus grand soin, immédiate-

---

(¹) *Beiträge zur Thermometrie* (*Repertorium von Carl*, Band XI, p. 267; Munich, 1875).

(²) Voir le Rapport présenté, sur la demande du Comité permanent, au Congrès international des Météorologistes (Rome, 1879). *Meteorologische Zeitschrift*, p. 130, 206 et 263 (Wien, 1879).

ment avant et après les observations, dans l'intervalle de 25° à 100°, les minima du zéro. Si, pour une raison quelconque, il n'est pas possible de les observer, on pourra les calculer avec une approximation suffisante par la formule

$$z_t = z_0 - (z_0 - z_{100})\frac{t^2}{100^2} \quad (^1),$$

où z_0 représente le zéro observé après un long repos du thermomètre et un séjour prolongé dans la glace, et z_{100} le minimum observé immédiatement, après avoir porté à plusieurs reprises le thermomètre à 100°.

» Si, des observations faites à la température t, on déduit les minima z_t du zéro (calculés d'après la formule précédente ou déterminés directement par l'expérience), et si l'on adopte (suivant l'exemple donné par Regnault, M. Pierre et M. Berthelot) pour la valeur du degré la centième partie de l'intervalle compris entre le point 100° et le zéro observé immédiatement après la détermination de ce dernier, on éliminera complètement toutes les corrections provenant des déplacements du zéro.

» S'il s'agit seulement de déterminer des différences de température très petites, comme dans les recherches calorimétriques, les corrections provenant du déplacement du zéro s'éliminent d'elles-mêmes.

» Il en est autrement quand il s'agit de déterminer des coefficients de dilatation, parce que les écarts des températures auxquelles le corps doit être exposé sont nécessairement assez considérables. Pour déterminer avec soin les coefficients de dilatation absolue, il importe beaucoup d'éliminer les erreurs constantes qui pourraient les affecter. Je suis persuadé qu'une partie des différences observées dans les coefficients de dilatation appartenant à une même substance s'expliquent par la manière différente dont on a tenu compte des variations du zéro.

» Même après une comparaison soignée d'un thermomètre à mercure avec le thermomètre à air, les températures mesurées à l'aide du premier peuvent rester incertaines dans des limites assez étendues, si l'on néglige de faire intervenir dans les calculs les minima du zéro qui correspondent à ces températures. Les erreurs seront d'autant plus graves, que la marche de la température pendant les expériences différera davantage de la marche suivie pendant la comparaison avec le thermomètre à air.

(1) Il est évident qu'on ne pourra pas appliquer cette formule à des températures dépassant de beaucoup la limite de 100°. D'après les recherches de M. Mills (*Philosophical Magazine*, London, vol. VI, july 1878), le verre des thermomètres en cristal commence déjà à se ramollir entre 120° et 150°, de façon que le zéro monte quelquefois de 8°.

» Mais, si l'on tient compte des déplacements du zéro, de la façon qui vient d'être indiquée, les corrections à appliquer aux indications d'un thermomètre à mercure pour les réduire à celles d'un thermomètre à air resteront toujours les mêmes.

» En calculant les températures par cette méthode ([1]), on trouvera que les thermomètres du même verre s'accordent dans les limites des erreurs d'observation, c'est-à-dire à $\pm 0°,01$ C. près, *même s'ils sont traités différemment*. Les écarts entre les thermomètres de verres différents deviennent plus petits, et les discordances entre le thermomètre à air et le thermomètre à mercure diminuent considérablement dans l'intervalle de 0° à 100°.

» M. Crafts a démontré ce fait très important, que le coefficient du verre diminue sensiblement quand on porte un thermomètre à la température de l'ébullition du mercure. Heureusement il n'en est pas de même quand les températures auxquelles le thermomètre est exposé ne dépassent pas la limite de 100°. On peut considérer alors la distance fondamentale comme constante, dans les limites des erreurs d'observation. Si l'on se sert de moyens convenables, on peut restreindre ces erreurs à $\pm 0°,01$ C., et dans cette limite la distance fondamentale ne paraît pas varier dans le courant des années, même si la première détermination a été faite immédiatement après la construction de l'instrument.

» Quant à l'effet de la pression sur le déplacement des points fixes des thermomètres, il me semble que les expériences publiées jusqu'à présent par M. Mills et M. Crafts ne sont pas tout à fait concluantes, peut-être seulement parce que les détails de leurs expériences n'ont pas été donnés. Il importe de remarquer que, si l'on prouve qu'une pression temporaire n'exerce aucune influence, il ne s'ensuit pas qu'une pression continue n'en produira pas non plus. Il suffit de se rappeler qu'une règle en métal supportée par ses deux bouts peut revenir à sa position primitive après avoir subi une charge relativement très considérable, tandis qu'elle peut fléchir d'une façon permanente uniquement sous l'influence de son propre poids dans le courant d'une dizaine d'années. »

([1]) Mon collègue M. Marek, qui de son côté s'est occupé de recherches semblables, a été conduit à des résultats tout à fait analogues.

CHIMIE. — *Sur l'acide borodécitungstique et ses sels de sodium.* Note de M. **D. Klein**, présentée par M. Wurtz.

« L'acide tungstique se dissout dans une solution de borax maintenue à l'ébullition. En prolongeant l'opération pendant plusieurs heures, employant un excès d'hydrate tungstique et de borax additionné du double de son poids moléculaire d'acide borique cristallisé, et séparant par filtration l'hydrate tungstique non dissous, on obtient une solution qui abandonne par cristallisation de l'acide borique et des polyborates de sodium.

» L'eau mère concentrée et abandonnée dans le vide sec laisse déposer du borax, puis des cristaux d'un sel excessivement soluble dans l'eau. Ils sont solubles à froid dans moins du quart de leur poids d'eau ; ils peuvent cristalliser en masse grenue quand on les dissout à l'aide d'une goutte d'eau chaude et qu'on laisse refroidir leur solution. A chaud, une goutte d'eau paraît en dissoudre une proportion quelconque. Ils ne sont pas déliquescents, mais s'humectent facilement au contact des doigts.

» Ils sont fort difficiles à purifier par cristallisation, vu leur grande solubilité. Leurs faces sont mates et en quelque sorte non terminées; les angles sont émoussés, comme si la cristallisation s'était opérée dans une eau mère présentant tous les degrés de consistance, variant de l'état solide à l'état liquide au voisinage des faces du cristal. Toutefois, nous avons pu voir qu'ils appartenaient au système clinorhombique et offraient les faces M du prisme, modifiées par un dôme de deux faces e_1 et par deux faces g_1.

» Ils paraissent perdre toute leur eau de cristallisation à 190°, ou du moins, à cette température, n'en retenir qu'une proportion insignifiante.

» La formule

$$2Na^2O, 2H^2O, 10TuO^3, Bo^2O^3 + 11Aq$$

représente assez exactement leur composition. Nous avons contrôlé nos analyses par la perte en acide carbonique, déterminée par la fusion avec un excès de carbonate de soude; cette perte est :

Trouvé.	Calculé.
16,42	16,23
16,27	»

» Nous sommes porté à admettre dans ce sel l'existence de 2^{mol}

d'eau de constitution. Il présente une réaction légèrement acide, qui tire au bleu par l'addition d'une trace d'alcali, mais l'acidité reparaît bientôt. Quand on l'additionne d'une proportion de soude rigoureusement égale à celle qu'il renferme, il donne une liqueur difficilement cristallisable, qui nous a fourni quelques cristaux différents de ceux que nous venons de décrire, mais sur lesquels nous n'avons pu faire aucune analyse précise, tellement ils étaient empâtés d'eau mère visqueuse.

» Le borodécitungstate bisodique précipite par les sels de mercure; du précipité, on peut extraire l'acide borodécitungstique.

» Cet acide, de même que l'acide boroduodécitungstique, correspond aux acides silicodécitungstique et silicoduodécitungstique décrits par M. de Marignac. Leurs sels présentent des caractères voisins des silicodécitungstates et silicoduodécitunsgtates correspondants; aussi, dans toutes nos analyses, avons-nous soigneusement établi l'absence de la silice.

» Des recherches semblables à celles dont nous venons d'exposer les résultats exigent beaucoup de temps. La masse d'acide tungstique existant dans les composés que nous avons obtenus en détermine en partie les propriétés et la manière d'être.

» Ces composés sont fort voisins les uns des autres; certains se rapprochent de ceux qu'a obtenus M. de Marignac : aussi l'esprit est-il tenté d'hésiter, même en présence de résultats analytiques suffisamment précis.

» Nous nous réservons de continuer notre étude; elle paraît devoir donner des résultats intéressants permettant d'élucider la constitution des tungstates [1]. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Inoculation de la morve au lapin; destruction de l'activité virulente morveuse par la dessiccation; transmission de la morve par l'inoculation de la salive.* Note de M. **Galtier**, présentée par M. Bouley.

M. **Bouley** donne le résumé de cette Note :

« A. 1° La morve est transmissible du cheval au lapin et du lapin à l'âne, mais elle ne se transmet pas sûrement, en sorte que, lorsqu'on se sert du lapin, comme réactif, pour reconnaître, dans les cas douteux, la nature d'un jetage chez le cheval, les résultats positifs seuls ont de la valeur;

[1] Les recherches qui font l'objet de cette Communication ont été exécutées au laboratoire de M. Wurtz.

mais on ne saurait inférer que le jetage n'est pas morveux de ce que l'inoculation au lapin est restée sans effets.

» 2° La morve du lapin ne se traduit pas ordinairement par les symptômes pathognomoniques de cette affection chez le cheval.

» 3° Ses lésions ressemblent à celles de l'infection purulente. Elles restent localisées le plus souvent, sous forme de foyers caséeux, au tissu conjonctif sous-cutané et s'étendent aux ganglions lympathiques. Ce n'est que par exception que l'on rencontre des lésions dans les poumons et sur la pituitaire.

» B. Le virus morveux perd toute son activité virulente dans les matières qui le recèlent, liquides ou tissus, après quinze jours de dessiccation complète, à plus forte raison au bout d'un mois ou deux, d'où cette conséquence que la ventilation des locaux qui ont été habités par des chevaux morveux est un moyen très efficace de leur assainissement.

» C. La morve a été transmise à un âne par injection hypodermique de la salive d'un cheval morveux. Ce fait peut être invoqué pour expliquer la propagation de la morve dans les grandes agglomérations de chevaux, dans les quartiers de cavalerie notamment. Il est admissible, en effet, que l'eau des abreuvoirs communs puisse servir de véhicule aux germes de la morve. Lorsque le cheval boit, une certaine partie de l'eau qu'il pompe s'échappe souvent par la commissure de ses lèvres; quand il a bu, il en laisse retomber une certaine quantité qui n'a pas été déglutie. Rien que par la salive l'eau peut être souillée; elle peut l'être aussi par les liquides qui s'échappent des voies nasales au moment de la déglutition.

» Sans doute que l'on ne fait pas boire à l'abreuvoir commun des chevaux chez lesquels la morve est déclarée; mais cette maladie peut exister à l'état latent chez un certain nombre qui restent dans les rangs et peuvent être les agents de la contamination, par l'intermédiaire des abreuvoirs tout particulièrement.

» Cette condition étiologique étant donnée comme possible, une indication prophylaxique en ressort : ce serait d'aménager les écuries de telle manière que l'eau pût être distribuée à chaque cheval dans l'auge disposée devant lui, et qu'ainsi fussent évités les dangers de l'abreuvement en commun. Ce mode d'aménagement est déjà réalisé dans certains établissements. Il y aurait tout bénéfice, au point de vue sanitaire, à ce qu'il fût adopté pour la cavalerie. »

M. LARREY présente, à ce sujet, les observations suivantes :

« L'importante Note que vient de communiquer M. Bouley sur la morve chez les chevaux et sur l'opportunité d'une mesure d'hygiène qui les ferait boire isolément les uns des autres me rappelle semblable proposition que j'ai entendu faire autrefois par divers médecins militaires de la cavalerie, lors de mes inspections du service de santé de l'armée. Cette proposition, malheureusement, n'a pas eu de suite, mais elle me permet d'en citer une tout à fait comparable et qui, après bien des efforts inutiles auprès de l'Administration militaire, a fini par obtenir le plus favorable résultat.

» Je veux parler à l'Académie, comme j'ai eu occasion d'en dire un mot à la Chambre [1], d'une maladie très commune autrefois dans l'armée, alors que les soldats mangeaient à la gamelle commune. C'était une affection de la bouche, de nature inflammatoire et ulcéreuse, de forme sporadique d'abord, par l'effet de causes locales, mais devenant ensuite épidémique, sous l'influence d'une véritable contagion, chez les hommes soumis à la gamelle commune. Ils entraient dans les hôpitaux par dizaines à la fois ou plus encore, et la maladie, que nous avons appelée alors *stomatite ulcéreuse des soldats*, sans offrir beaucoup de gravité par elle-même, démontrait cependant combien elle nécessitait la suppression d'une coutume aussi malpropre et aussi malsaine. Les faits ou les observations se multiplièrent à l'infini, et, au Val-de-Grâce notamment, j'eus à les signaler souvent dans mes leçons cliniques, en même temps que, en 1851, l'un de mes élèves distingués, le docteur Louis Bergeron, en faisait le sujet de sa thèse inaugurale.

» Je m'efforçai dès lors auprès des autorités administratives de demander la suppression de la gamelle commune dans l'armée. Les résistances furent grandes et les difficultés prolongées, jusqu'à ce que je fusse parvenu directement auprès de l'autorité militaire à faire reconnaître les sérieux inconvénients de cette coutume. Le maréchal Magnan surtout avait bien voulu me prêter son appui, et enfin le maréchal de Saint-Arnaud, Ministre de la Guerre, par décision du 24 décembre 1852, établit que les gamelles individuelles seraient substituées aux gamelles communes dans tous les corps de troupes.

» La cause était gagnée, comme je souhaite à M. Bouley de gagner celle qui est relative au développement de la morve chez les chevaux. »

---

[1] Discours à la Chambre des députés dans la discussion du projet de loi sur l'administration de l'armée (15 juin 1880).

M. **Ch. Guérin** adresse un complément à sa Note sur un procédé pour faire varier la tension des piles.

M. **L. Nalanson** adresse une Note relative à la théorie du sommeil.

M. **Chasles** présente à l'Académie un exemplaire d'un travail de M. Aristide Marre (extrait du dernier numéro paru du *Bullettino* de M. le prince Boncompagni), intitulé *Deux mathématiciens de l'Oratoire.*

« Ce travail offre un réel intérêt pour l'histoire des sciences mathématiques en France à la fin du XVII[e] siècle. Il nous fait connaître un savant mathématicien, le P. Claude Jaquemet, de Valenciennes, professeur à Vienne en Dauphiné, ignoré de tous les biographes, bien qu'il fût en haute estime auprès du marquis de l'Hospital et passât, comme le dit le P. Adry, historien de l'ordre de l'Oratoire, pour l'un des premiers mathématiciens du royaume.

» M. Aristide Marre a retrouvé, dans les manuscrits de l'ancien fonds de l'Oratoire, aujourd'hui cotés sous les n[os] 24235, 24236 et 25308 du fonds français de la Bibliothèque nationale, des copies d'une importante correspondance mathématique du P. Jaquemet, et notamment une Lettre *autographe*, complètement inconnue jusqu'à ce jour, datée de Vienne, 26 janvier 1690, et adressée au P. Bizance. »

La séance est levée à 4 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 aout 1880.

(suite.)

Æneidea, or critical, exegetical and æsthetical remarks on the Æneis, etc.; by J. Henry. Vol. II. Dublin, 1879; in-8°.

Earthquake and volcanic phenomena, december 1879 *and january* 1880, *in the republic of Salvador central America; by* W. A. Goodyear. Panama, Jamer Boyd, 1880; in-8°.

Bulletin of the philosophical Society of Washington; vol. I, march 1871-

june 1874; vol. III, november 1878-june 1880. Washington, 1874-1880; 2 vol. in-8°.

The transactions of the royal irish Academy; vol. XXXVI : *Science*. Dublin, Williams Norgate, 1879; in-4°.

Royal irish Academy « Cunningham Memoirs ». N° 1 : *On cubic transformations; by* John Casey. Dublin, Williams Norgate, 1880; in-4°.

The transactions of the royal irish Academy. Irish manuscript; series, vol. I, Part I. Dublin, Williams Norgate, 1880; in-4°.

United States coast and geodetic Survey. Carlile P. Patterson superintendant. Deep-sea sounding and dredging a description and discussion of the methods and appliances used on board the coast and geodetic Survey steamer « Blake »; by Charles D. Sigsbee. Washington, Government printing Office, 1880; in-4° relié.

Pontificia Università gregoriana, continuazione del « Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del Collegio romano », fondato dal P. Ang. Secchi; vol. XVIII. Roma, 1879; in-4°. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

Ouvrages reçus dans la séance du 30 aout 1880.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1879; 4e série, t. XII. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1880; in-8°.

Société de Médecine légale de France, fondée le 10 *février* 1868. *Bulletin;* t. VI, 1er fascicule. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1880, août. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

La peste en Turquie dans les temps modernes. Sa prophylaxie défectueuse, sa limitation spontanée; par J.-D. Tholozan. Paris, G. Masson, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Des luxations traumatiques de l'atlas sur l'axis (variété antérieure); par le Dr A. Faucon. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Le monde physique; par Amédée Guillemin. 1re série, livr. 1 à 10. Paris, Hachette et Cie, 1880; gr. in-8°.

Note sur l'envenimation ophydienne, étudiée dans les différents groupes de serpents; par le Dr A. Viaud-Grand-Marais. Nantes, impr. C. Mellinet, 1880; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Médecine de l'Ouest.*) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Instruction populaire sur les maladies charbonneuses des bêtes bovines; par H.-M. Tanguy. Morlaix, typogr. Haslé, 1880; opuscule in-8°.

Sur l'uniformité de la langue géologique; par G. DEWALQUE. Liége, impr. Vaillant-Carmanne, 1880; br. in-8°.

Commission de la Carte géologique de la Belgique. Texte explicatif du levé géologique de la Planchette d'Anvers; par M. le baron O. VAN ERTBORN, avec la collaboration de M. P. COGELS. Bruxelles, F. Hayez, 1880; br. in-8°, avec trois cartes (nos 2, 3 et 4).

Carte géologique détaillée de la France : n° 78, Nogent-le-Rotrou; n° 93, le Mans. Paris, 1880; 2 cartes, avec Notice explicative.

Transactions of the zoological Society of London; vol. X, Part 13. London, 1879; in-4°.

The zoological report for 1878 being volume fifteenth of the record of zoological litterature: edited by ED. CALDWELL RYE. London, John van Voorst, 1880; in-8°.

Factor table for the fifth million, containing the least factor of every number not divisible by 2, 3 or 5 between 4000000 and 5000000; by J. GLAISHER. London, Taylor and Francis, 1880; in-4° relié.

Bulletin of the philosophical Society of Washington; vol. II, october 10th, 1874; november 2d, 1878. Washington, 1875-1880; 1 vol. in-8°.

Transactions and Proceedings and Report of the philosophical Society of Adelaïde, South Australia, for 1879. Adelaïde, 1879; in-8°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; new series, vol. VII; whole series, vol. XV, Part II. Boston, University press, 1880; in-8°.

Nederlandsch meteorologisch jaarboek voor 1879, uitgegeven door het koninklijk nederlandsch meteorologisch Instituut. Een en dertigste jaargang; eerste deel. Utrecht. Kemink en Zoon, 1880; in-4° oblong.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 SEPTEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F.-J. **Tesar** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire, écrit en latin, sur « la densité de la surface de la Terre et la masse de la Lune, déterminée par des mesures des axes terrestres et du pendule ».

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy, Mouchez.)

M. C.-F. **Vernay**, M. J.-O. **Montignani**, M. **Bonnard d'Apollon** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

La **Société de Géographie de Lisbonne** informe l'Académie qu'elle vient d'opérer sa fusion avec la Société permanente de Géographie, et que la nouvelle Société a été reconnue comme institution d'utilité publique.

Mme **Cl. Claret**, petite-fille de *Charles Dallery*, écrit à l'Académie pour

rappeler que, le 17 mars 1845, une Commission, composée de MM. Arago, Dupin, Poncelet et le général Morin rapporteur, a reconnu les droits de Ch. Dallery à l'invention de l'hélice appliquée à la navigation à vapeur. Elle demande que ces droits ne soient pas mis en oubli, à l'occasion de l'inauguration de la statue de Sauvage, qui doit avoir lieu à Boulogne. Le brevet de Sauvage est daté du 29 mars 1803.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Opuscules de M. *G. Govi*, imprimés en italien.

Le premier contient le texte d'un Discours prononcé le 26 janvier 1616, par le prince Frédéric Cesi, à une séance de l'Académie des *Lincei*, à laquelle assistait Galilée, qui était membre de cette Académie depuis le 25 avril 1611. Le prince Cesi avait fondé, en 1603, l'Académie des *Lincei*, qu'il présida jusqu'à sa mort, arrivée en 1630. Le texte inédit de ce Discours a été retrouvé par M. Govi, à la Bibliothèque nationale de Naples; il l'a fait précéder de quelques considérations relatives à la date qu'il lui faut assigner.

Le deuxième Opuscule se rapporte à l'invention des *ludions* ou *diables de Descartes*, que M. Govi prouve avoir été imaginés pour la première fois en 1648, par Raphael Magiotti de Montevarchi, membre de l'Académie *del Cimento*, qui les décrivit et en expliqua le jeu dans un Opuscule très rare, publié à Rome la même année. C'est en 1754, dans un article de l'*Encyclopédie*, que d'Alembert donne (pour la première fois peut-être) le nom de *diables cartésiens* aux ludions, que personne n'avait songé jusqu'alors à attribuer à Descartes.

Le troisième Opuscule contient la traduction de deux Notes sur les *Miroirs magiques* des Chinois et des Japonais, publiées par M. Govi en 1864 et en 1866, et destinées à fournir la preuve que les effets de ces miroirs ne sont dus qu'à des différences de courbure des diverses parties de leur surface. M. Govi en donne plusieurs démonstrations expérimentales, dont quelques-unes ont été reproduites récemment par d'autres, comme étant tout à fait nouvelles. Il montre surtout qu'en y appliquant rapidement la chaleur ou le froid, on peut rendre excellent le plus mauvais *miroir magique*. C'est en partant de cette observation et de l'explication donnée par M. Govi que M. Duboscq a réussi dernièrement à produire le même effet, en remplaçant l'action de la chaleur par celle d'une couche d'air qu'on comprime ou qu'on raréfie à la partie postérieure du *miroir*, et qui, de

même que la chaleur, tend à exagérer les différences de courbure des diverses parties de la surface réfléchissante.

M. le contre-amiral **Brossard de Corbigny**, appelé au commandement de notre division navale dans l'océan Pacifique, informe l'Académie, par l'entremise de M. l'amiral Pâris, qu'il se met à sa disposition, pour les études scientifiques qui pourraient être exécutées par les officiers placés sous ses ordres.

(Renvoi à une Commission composée de MM. Pâris, Mouchez, Fizeau, de Quatrefages, Decaisne).

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Faye et de la comète b 1880 (Schaeberle), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. l'amiral Mouchez.

Comète Faye.

Date. 1880.	Étoile de comparaison.	Ascension droite. ☄ − ⋆.	Réfraction.	Parallaxe.	Déclinaison. ☄ − ⋆.	Réfraction.	Parallaxe.
Septembre 11..	*a*	$-3^s,91$	$0^s,00$	$+0^s,03$	$-9'23'',6$	$-0'',3$	$+5'',1$

Position de l'étoile de comparaison.

Date. 1880.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	Ascension droite moy. 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1880,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Sept. 11..	*a* 55 Pégase	5	$23^h0^m57^s,55$	$+4^s,42$	$+8°45'40'',9$	$+28'',2$	*Seven Years' Cat.*

Position géocentrique de la comète, rapportée à l'équinoxe et à l'équateur apparents de l'époque.

Date. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Nombre de comparaisons.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Septembre 11....	$11^h57^m0^s$	$23^h0^m58^s,09$	3	$+8°36'50'',3$	3

« La comète paraît comme une étoile de 13ᵉ grandeur, sans queue ni noyau apparents. L'observation donne pour l'éphéméride de M. Moeller (*Berliner Jahrbuch* pour 1882) les corrections suivantes : en ascension droite, $-2^s,45$; en déclinaison, $-2'',0$.

Comète *b* 1880 (Schaeberle).

Dates. 1880.	Étoile de comparaison.	Ascension droite. ☉★ — ★.	Réfraction.	Parallaxe.	Déclinaison. ☉★ — ★.	Réfraction.	Parallaxe.
		m s	s	s	′ ″	″	″
Septembre 8.....	*d*	−0.19,59	−0,01	−0,16	+6.57, 9	+0,3	+2,4
» 9.....	*e*	»	»	»	+7.28, 0	+0,4	+2,5
» 10.....	*f*	−2.16,43	−0,01	−0,17	»	»	»
» 11....	*g*	»	»	»	+8.31,32	+0,6	+2,6

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1880.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Ascens. dr. moy. 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1880,0.	Réduction au jour.	Autorité.
			h m s	s	° ′ ″		
Sept. 8.	*d* 13596 Lal.	8	6.56. 1,50	+3,10	+21.20.46,8	−2,8	Lalande
» 9.	*e* 1620-21 Weisse H. VI	8	6.55. 5,59	+3,12	+20.59.49,2	−2,6	Weisse
» 10.	*f* 1677-78 »	4	6.56.59,42	+3,14	+20.44.40,7	−2,7	»
» 11.	*g* 1668 Arg., zone +20°	8,5	6.54.15,30	+3,17	+20.15.52,8	−2,4	*A. B.*, t. VI.

Positions géocentriques de la comète, rapportées à l'équinoxe et à l'équateur apparents de l'époque.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Nombre de comparaisons.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Septembre 8...	15.30.57	6.55.44,84	3	+21.27.44,6	3
» 9...	14.59.44	»	»	+21. 7.17,7	1
» 10...	15. 8.33	6.54.45,95	1	»	»
» 11...	14.14.10	»	»	+20.24.24,9	1

» J'ai retrouvé la comète *b* 1880 le 5 septembre, mais l'arrivée du jour ne m'a permis alors que de déterminer à peu près la correction de l'éphéméride; et depuis, sauf le 8 septembre, les nuages ont empêché d'en faire des observations complètes.

» Il résulte de ces positions les corrections suivantes pour mon éphéméride (*voir* le n° 3 des *Comptes rendus*, 2ᵉ semestre 1880, p. 153) :

	Ascension droite.	Déclinaison.
	s	′
Septembre 8.	+1,0	+1,6
» 9..................	»	+2,0
» 10..................	+1,1	»
» 11..................	»	+1,8

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement orbital probable de quelques systèmes binaires du ciel austral.* Note de M. L. Cruls, transmise par S. M. don Pedro et présentée par M. Tresca.

« Dans la série des étoiles doubles observées à l'Observatoire impérial de Rio, et qui par leurs positions échappent complètement aux observatoires de l'autre hémisphère, ou tout au moins ne sont visibles que fort imparfaitement pour un très petit nombre d'entre eux, j'en ai rencontré quelques-unes qui me paraissent accuser un mouvement orbital bien défini, quoique lent. Ces étoiles n'ont été observées que par J. Herschel, au Cap, et par le capitaine Jacob, à Poonah, dans l'Hindoustan. Voici leurs observations comparées aux miennes et les mouvements que j'en conclus. Les positions sont réduites à 1880,0.

5330 du Catalogue de J. Herschel : Æ = $22^h 17^m$; distance polaire = 130° 19′.

Dates.	Grandeurs.	Position.	Distance.	Observateurs.
1836,756	(11-11)	95°,9	3″,0	Herschel.
1879,602	(8-8)	90,0	3,4	Cruls.
42,846		5,9		

» L'angle de position d'Herschel est renversé de 180°, erreur assez fréquente dans ses observations, ainsi que l'a déjà fait remarquer M. Flammarion. Ce système accuse un mouvement rétrograde de 6° en 43 ans environ.

3940 ½ du Cat. d'Herschel et 76 du Cat. de Jacob : Æ = $7^h 8^m$; distance polaire = 145°23′.

Dates.	Grandeurs.	Position.	Distance.	Observateurs.
1835,0	(8-8)	221°,7	5″,0	Herschel.
1848,10	(8-8)	224,3	7,1	Jacob.
1879,97	(6-6)	228,1	8,7	Cruls.
44,97		6,4		

» Même remarque pour l'angle de position d'Herschel. Le mouvement orbital direct, d'environ 6°,5 en 45 ans, paraît bien accusé aux trois époques; une augmentation du rayon vecteur apparent l'est également.

4126 du Cat. d'H_2 et 105 du Cat. de Jacob : Æ = $8^h 36^m$; distance polaire = 142° 39'.

Dates.	Grandeurs.	Position.	Distance.	Observateurs.
1834,30	(7-11)	28°,0	15",0	Herschel.
1847,12	(6-9)	30,0	16,4	Jacob.
1879,97	(6-9)	32,7	13,5	Cruls.
45,67		4,7		

Mouvement orbital progressif de 4°,7 en 45^{ans},67.

4058 ½ du Catalogue d'H_2 : Æ = $8^h 8^m$; distance polaire = 158° 16'.

Dates.	Grandeurs.	Position.	Distance.	Observateurs.
1835,0	(5-9)	17°,5	4",0	H_2.
1879,988	(5-9)	25,0	4,8	Cruls.
44,988		7,5		

Mouvement orbital direct de 7°,5 en 45 ans environ.

4094 ½ du Catalogue d'H_2 : Æ = $8^h 20^m$; distance polaire = 161° 8'.

Dates.	Grandeurs.	Position.	Distance.	Observateurs.
1835,2	(6-6)	52°,7	60",0	H_2.
1879,988	(6-6)	57,6	66,5	Cruls.
44,788		4,9		

Mouvement direct d'environ 5° en 45 ans.

4125 du Catalogue d'H_2 : Æ = $8^h 35^m$; distance polaire = 152° 26'.

Dates.	Grandeurs.	Position.	Distance.	Observateurs.
1835,2	(7-11)	230°,3	8",0	H_2.
1880,071	(6-9)	242,3	7,0	Cruls.
44,871		12,0		

Mouvement direct de 12° en 45 ans environ. »

ASTRONOMIE. — *Recherches spectroscopiques sur quelques étoiles non encore étudiées.* Note de M. L. Cruls, transmise par S. M. don Pedro et présentée par M. Tresca.

« Voici quelques résultats de mes recherches spectroscopiques sur un groupe d'étoiles non encore étudiées. Tout en faisant, pour le moment, des

réserves au sujet du classement en types proposé par le P. Secchi, et sur lequel je me propose de revenir plus tard, en décrivant les spectres avec détails, j'ai toutefois adopté ce classement dans l'exposé des résultats de ces observations, qui ont été faites avec un spectroscope à vision directe, monté sur l'équatorial de 9 pouces d'ouverture.

Constellations.	Désignation de l'étoile et de sa couleur.	Grandeur.	Spectres et remarques.
Abeille.......	α, bleu pâle.	4	Type I.
»	β, blanche.	4	Type I.
»	γ, blanche.	4	Type I.
»	δ, blanche.	4	Type I.
»	ζ^1 et ζ^2, jaune pâle.	6	Type I, spectre faible.
»	η, bleu pâle.	5	Type I.
»	ε, rouge orangé.	$5\frac{1}{2}$	Type IV, bandes bien définies.
Croix........	α, bleu pâle.	»	Type II.
»	β, bleu pâle.	»	Type II.
»	γ, jaune orangé.	»	Type III.
»	δ, bleu très pâle.	»	Type II.
Centaure.....	β, jaune pâle.	»	Type I, raies de l'hydrogène bien accusées.
»	γ, δ, ε, blanche.	»	Type II.
»	ι.	»	Type II.
»	4272 B.A.C., jaune.	»	Type II.

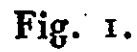
» *Achernar* et *Canopus* appartiennent toutes deux au type I : la raie F de l'hydrogène y est seule bien nettement définie; les autres sont visibles, mais faibles. »

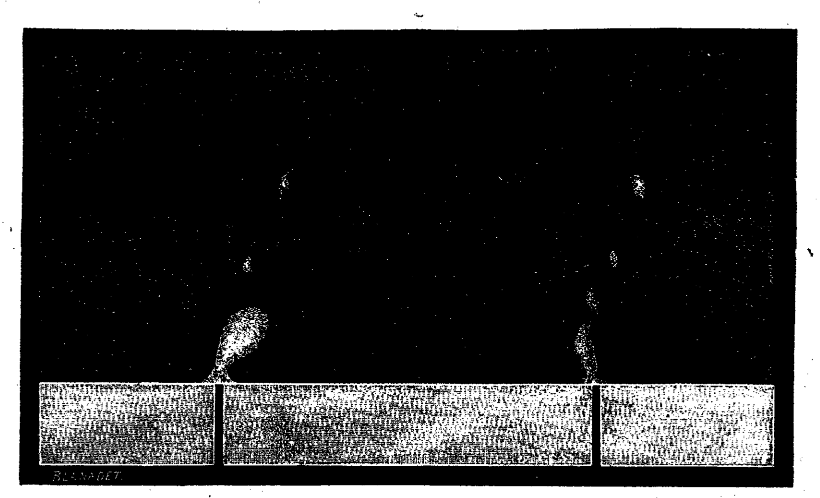
SPECTROSCOPIE. — *Sur quelques phénomènes solaires observés à Nice.* Note de M. L. THOLLON, présentée par M. Mouchez.

« Le 28 mai, à midi 40^m, une protubérance très brillante se montrait vers le bord occidental du Soleil, dans l'hémisphère nord. Cette protubérance, dont les dimensions n'offraient rien d'extraordinaire, était d'abord tout à fait à droite (côté du violet) et en dehors de la raie C, et conservait sensiblement le même aspect, que la fente fût large ou étroite; plus haut et plus à droite encore, se voyaient deux masses incandescentes entièrement isolées et d'un éclat beaucoup plus faible. Le phénomène changeait rapi-

dement d'aspect et, au bout de dix minutes, la masse principale de la protubérance se montrait en partie sur la raie C, en partie à gauche de cette raie, et quelques instants après tout avait disparu. La *fig.* 1 représente les deux phases du phénomène.

Le 27 juin, dès 5^h du matin, je vis, dans une région de petites taches, un


Fig. 1.

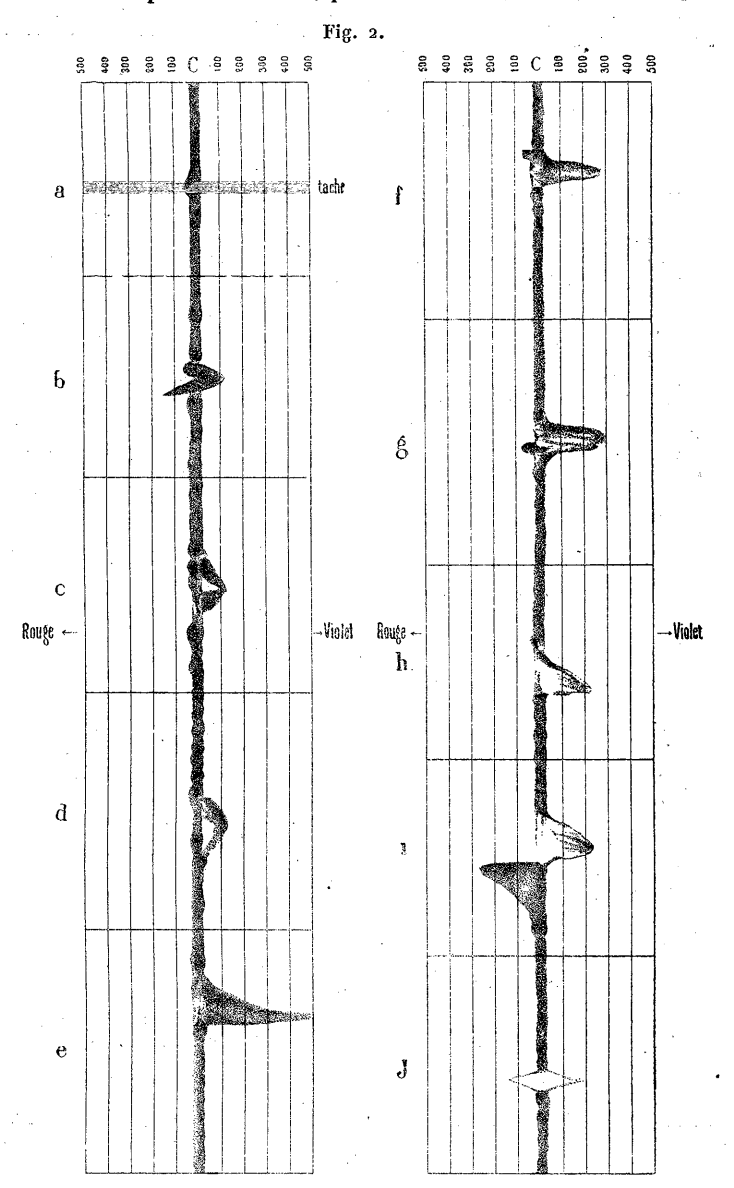


point qui me parut être un centre de grandes perturbations. Ce point était à 6', 27 au sud de l'équateur et à 13', 12 du centre vers le bord occidental. Durant toute la journée, j'ai suivi avec la plus grande attention les phénomènes qui se produisaient en cette région. La raie C y éprouvait des changements continuels et rapides; elle s'élargissait, se tordait, s'illuminait, se réduisait en masses isolées comme des grains de chapelet, s'étalait tantôt à droite, tantôt à gauche. Les phénomènes se succédaient si vite, qu'il m'a été impossible d'en faire un dessin exact. Le temps de tracer un léger croquis, de prendre et de noter une mesure, tout avait changé d'aspect. Les figures *a*, *b*, *c*, *d*, ..., *g* (*fig.* 2), où j'ai cherché à reproduire de mémoire et en grandeur naturelle quelques-uns de ces effets, pourront donner une idée de la prodigieuse activité qui se manifestait en ce point du disque solaire. Les graduations à droite et à gauche de C donnent, en centaines de kilomètres, les vitesses correspondant aux variations de réfrangibilité : à droite, ce sont les vitesses de rapprochement; à gauche, les vitesses d'éloignement.

» En imprimant à l'image solaire un petit mouvement de va-et-vient

horizontal et faisant ainsi courir sur la fente la région observée, les impressions qui se succédaient produisaient l'illusion d'un mouvement tourbillonnaire. Une foule de petits détails, paraissant d'abord sans importance, se

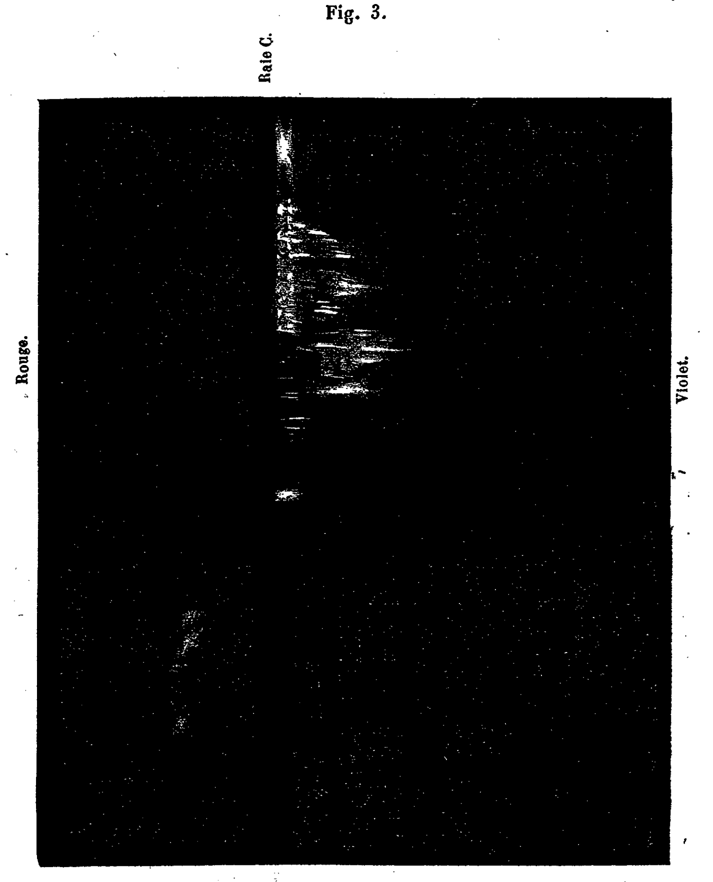
Fig. 2.



reliaient entre eux de la manière la plus frappante et contribuaient à rendre l'illusion du mouvement aussi complète que dans le phénakisticope.

» Le 30 juin, cette même région, ayant atteint le bord occidental, présentait en dehors du disque une protubérance très brillante et très remarquable. Observée avec la fente étroite, elle a offert successivement les aspects représentés par les *fig.* 3, 4 et 5 à vingt minutes d'intervalle. Un

Fig. 3.



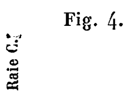
Protubérance observée le 30 juin 1880, à 10^h 30^m matin, à l'observatoire du mont Gros (Nice), avec la fente étroite au bord occidental. — T, point de tangence. Vitesse maximum, 350^km par seconde.

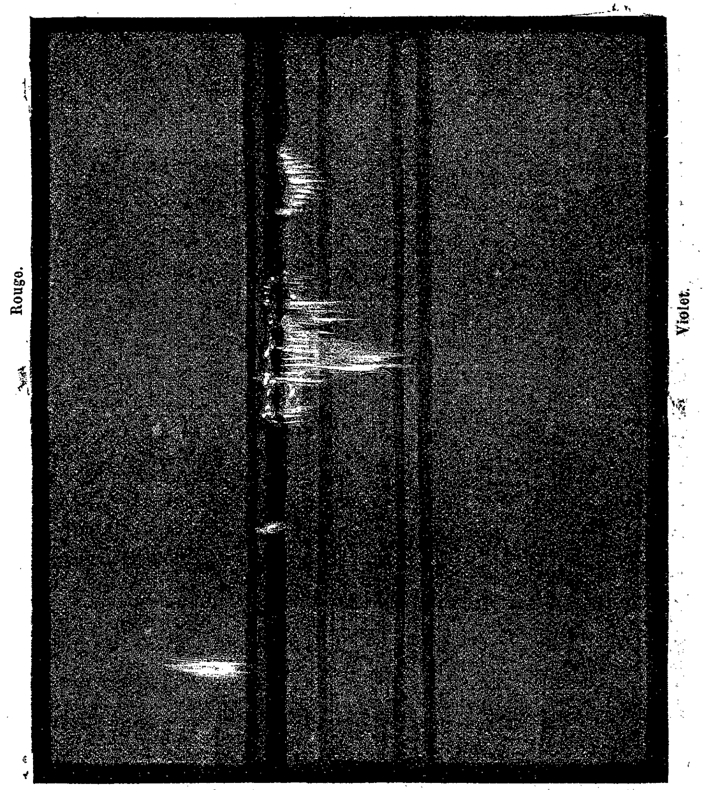
noyau très brillant, situé sur la raie C, semble être le centre d'un vaste tourbillon animé d'une prodigieuse vitesse. Cette protubérance paraissait être entièrement composée de minces filets lumineux à peu près parallèles et extrêmement brillants.

» Après avoir répété un très grand nombre de fois l'expérience décrite

dans ma Note du 16 août, je n'hésite pas à affirmer que tout mouvement de la surface solaire ayant, suivant la ligne d'observation, une composante qui n'est pas nulle, donne lieu à un déplacement des raies spectrales. La réciproque est-elle vraie? Tout déplacement de raie correspond-il à un

Fig. 4.



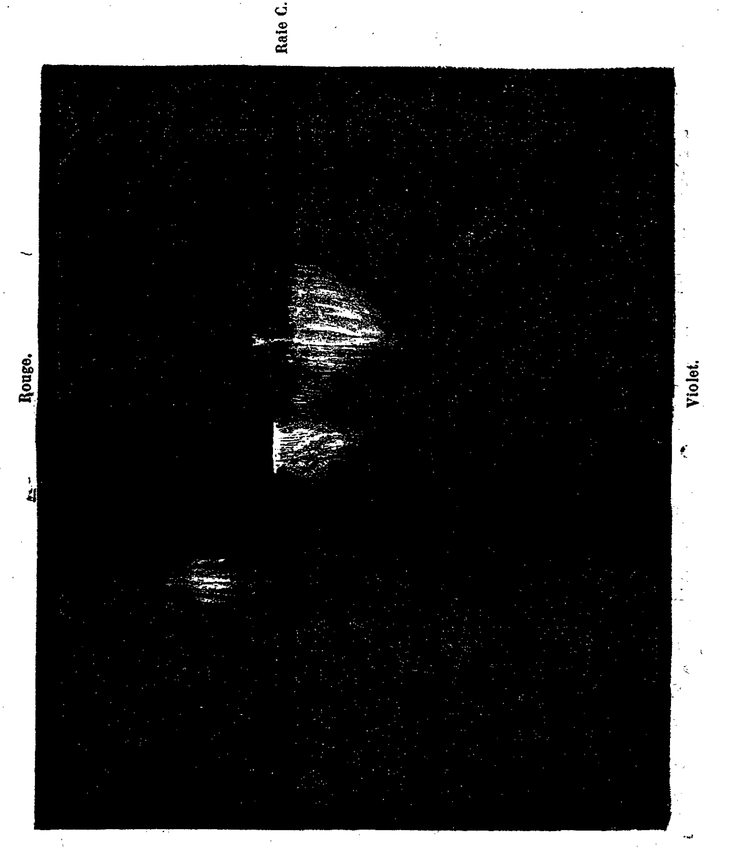


Protubérance observée le 30 juin 1880, à 10^{h}50^m matin, à l'observatoire du mont Gros (Nice), avec fente étroite au bord occidental. — T, point de tangence. Vitesse maximum, 360^{km} par seconde.

mouvement? Je dis que c'est extrêmement probable, mais non absolument certain. Il semble difficile d'admettre que deux causes différentes puissent produire des effets identiques ; mais, indépendamment de cette considération, l'expérience paraît confirmer cette manière de voir. Si l'on compare, en effet, les vitesses qu'indiquent les déplacements de raies aux vitesses constatées bien des fois dans la formation des protubérances, on voit que ce

sont des grandeurs tout à fait de même ordre. En outre, il m'est arrivé d'observer, à la base d'une protubérance, une petite région très brillante et produisant dans la raie C une déviation très marquée, qui se déplaçait ra-

Fig. 5.



Protubérance observée le 30 juin 1880, à $11^h 15^m$ matin, à l'observatoire du mont Gros (Nice), avec fente étroite au bord occidental. — T, point de tangence. Vitesse maximum, 300^{km} par seconde.

pidement par rapport à la protubérance, s'en détachait et formait en peu de temps une nouvelle ramification, d'une étendue considérable. Il y a donc lieu d'espérer qu'un jour ou l'autre l'observation tranchera la question d'une manière définitive. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la loi des machines électromagnétiques.* Note de M. J. JOUBERT.

« Je demande à l'Académie la permission de lui soumettre quelques-uns des résultats les plus remarquables, tous vérifiés par l'expérience, qui se déduisent de la formule que j'ai eu l'honneur de lui présenter dans sa dernière séance.

» Cette formule exprime la loi d'une classe importante de machines magnéto-électriques, caractérisée par la condition que les variations du champ magnétique primitif suivent la loi du sinus. Elle donne pour l'intensité moyenne

$$I = \frac{\frac{2E_0}{\pi}}{\left(R^2 + \frac{4\pi^2 U^2}{T^2}\right)^{\frac{1}{2}}},$$

et pour la phase des courants élémentaires

$$\operatorname{tang} 2\pi\varphi = \frac{2\pi U}{TR}.$$

» La théorie indique, et l'expérience vérifie, de la manière la plus rigoureuse, que la valeur maximum de la force électromotrice E_0 pendant le cours d'une période est proportionnelle à la vitesse; si l'on appelle e_0 sa valeur quand la machine fait un tour par seconde, et s'il y a n périodes par tour, on peut, pour une intensité donnée du champ, poser

$$E_0 = \frac{e_0}{nT}.$$

La formule de l'intensité moyenne devient alors

$$I = \frac{2e_0}{n\pi(R^2T^2 + 4\pi^2U^2)^{\frac{1}{2}}}.$$

» On voit que cette intensité ne croît pas indéfiniment avec la vitesse, mais qu'elle tend vers une valeur limite

$$I_0 = \frac{e_0}{n\pi^2 U},$$

très voisine d'ailleurs de celles qu'on obtient pour des vitesses modérées et des résistances faibles.

» Le travail électrodynamique total de la machine a pour expression, en désignant par I' la racine carrée de la moyenne des carrés des intensités,

$$W = RI'^2 = \frac{Re_0^2}{2n^2(R^2T^2 + 4\pi^2U^2)}.$$

Cette expression tend vers zéro quand la résistance augmente indéfiniment et devient nulle quand le circuit est ouvert; l'expérience montre, en effet, que dans ce cas on n'a d'autre travail à vaincre que celui des résistances passives (¹). Mais, contrairement à ce qui se passe avec une pile, son maximum ne correspond pas à une résistance extérieure nulle. Le travail croît d'abord quand la résistance augmente et passe par un maximum qui correspond à l'équation

$$RT = 2\pi U.$$

» Les conditions du maximum de travail peuvent toujours, comme on le voit, être réalisées soit pour une vitesse, soit pour une résistance données, et il est toujours avantageux de faire travailler la machine dans ces conditions.

» L'équation de la phase donne alors

$$\tan 2\pi\varphi = 1, \quad \text{ou} \quad \varphi_m = \frac{1}{8},$$

celle de l'intensité moyenne

$$I_m = \frac{e_0}{n\sqrt{2\pi^2U}},$$

enfin celle du travail maximum

$$W_m = \frac{e_0^2}{8n^2\pi U}\frac{1}{T}.$$

» Ainsi, pour une intensité donnée du champ, quelles que soient d'ailleurs les autres conditions dans lesquelles la machine fonctionne, du moment où elle donne le travail maximum,

Le retard est égal à $\frac{1}{8}$ de la période entière;

(¹) Il n'en est pas de même si le système mobile dans le champ magnétique renferme des pièces métalliques de quelque étendue, et en particulier des masses de fer doux.

L'intensité est constante et égale au quotient par $\sqrt{2}$ *du maximum absolu d'intensité;*

Le travail électromagnétique est proportionnel à la vitesse;

La vitesse est dans un rapport constant avec la résistance.

» Dans la machine Siemens (machine à quatre foyers), sur laquelle ont porté mes expériences, $U = 0,104$ et $n = 4$. Quand l'inducteur est excité par un courant de 10 webers, $e_0 = 22^{\text{volts}},56$; le maximum absolu d'intensité égale $6^{\text{webers}},1$, et l'intensité qui correspond au travail maximum est égale à $4^{\text{webers}},31$. Le travail maximum est de $\frac{12,2}{9,8.T}$ kilogrammètres par seconde; enfin, la vitesse qu'il faut donner à la machine pour obtenir ce maximum est donnée par l'équation

$$RT = 2\pi U = 0,653 \quad (^1). \text{ »}$$

CHIMIE. — *Sur l'acide boroduodécitungstique et ses sels de potassium.* Note de M. D. Klein, présentée par M. Wurtz.

« Nous avons précédemment signalé un nouvel acide minéral complexe, dérivé de l'acide tungstique, l'acide tungstoborique, que nous avons pu isoler, et dont nous avons préparé le sel de potassium.

» Cet acide cristallise en petits octaèdres quadratiques, non modifiés; sa composition est représentée assez exactement par la formule

$$9TuO^3, Bo^2O^3, 4HO + 16Aq.$$

Il fond à 49°; sa fusion commence vers 40°, par suite d'un phénomène de liquation tout à fait semblable à celui que présente l'acide silicoduodécitungstique décrit par M. de Marignac.

» Il présente d'ailleurs une teneur en acide tungstique fort voisine de ce dernier, ce qui explique leurs analogies physiques, et la quasi-coïncidence de leurs points de fusion. Ce n'est pas là la seule combinaison que paraissent former les acides borique et tungstique.

» Quand on fait bouillir une solution de pentamétaborate de potassium $Bo^5O^{10}KH^4 + 2H^2O$, qu'on y projette par petites portions un très grand

---

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire de la Société générale d'électricité.

excès d'hydrate tungstique et qu'on prolonge l'ébullition pendant plusieurs heures, en ayant soin de remplacer au fur et à mesure l'eau évaporée de façon à ne pas abaisser sensiblement la température du liquide, le pentamétaborate est décomposé. Il se dépose de la liqueur filtrée, pendant le refroidissement de l'hydrate borique, puis par concentration, un sel cristallisé en fines aiguilles, que l'on débarrasse de l'acide borique libre qu'il renferme par lavages à l'alcool. On achève de le purifier par cristallisations successives.

» Il ressemble beaucoup, par son aspect extérieur, au tungstoborate de potassium; comme lui, il cristallise en aiguilles appartenant à un système droit; il est très soluble dans l'eau froide : 8 parties d'eau à 20° dissolvent 5 parties du sel.

» Les détails que nous avons donnés pour l'analyse du tungstoborate de potassium nous dispensent de nous étendre plus longuement sur celle du composé que nous décrivons aujourd'hui.

» La moyenne de plusieurs analyses nous conduit à lui attribuer la formule

$$2K^2O, Bo^2O^3, 12TuO^3, 2H^2O + 15Aq.$$

» Une des 2^{mol} d'eau que nous sommes conduit à regarder comme de l'eau de constitution n'est chassée qu'à une température voisine du rouge sombre, l'autre est expulsée à 190°, après les 15^{mol} d'eau de cristallisation.

» La fusion d'un poids donné du sel préalablement desséché à 190° avec une quantité déterminée de carbonate de sodium fondu nous a permis de contrôler ces résultats par la perte en eau et en acide carbonique. Cette perte, rapportée à 100 parties de sel non privé de son eau de cristallisation, a été, dans deux expériences, de 16,59 et de 16,40 pour 100.

» La perte calculée, 1^{mol} d'anhydride borique déplaçant à très peu près 2^{mol} d'acide cabonique, est de 12^{mol} d'acide carbonique, plus 1^{mol} d'eau, soit

$$12CO^2 + H^2O = 16,31 \text{ pour } 100.$$

» Dans les eaux mères du boroduodécitungstate bipotassique que nous venons de décrire, nous avons obtenu à diverses reprises un sel blanc, cristallisé en tables d'apparence orthorhombique, d'un éclat gras. Ce sel s'est surtout produit quand la liqueur ne présentait pas la teinte bleuâtre, indice d'un commencement de réduction et fort difficile à éviter, que présentent certaines solutions tungstiques.

» Nous n'avons jamais obtenu que de très petites quantités à la fois;

cependant nous avons pu en recueillir quelques grammes, assez pour en déterminer exactement la composition, après l'avoir purifié par cristallisation.

» Ce sel est fort dense et excessivement soluble dans l'eau. Après une courte ébullition avec l'acide chlorhydrique, il nous a donné un dépôt d'une notable quantité d'acide tungstique; sa composition, déterminée par trois analyses, est représentée avec une très grande exactitude par la formule

$$4K^2O, Bo^2O^3, 12TuO^3 + 21Aq.$$

Il possède une réaction très légèrement alcaline. Ce sel présente la composition du boroduodécitungstate tétrapotassique; il ne renferme pas d'eau de constitution; chauffé avec ménagement au rouge sombre, il n'éprouve qu'une perte de poids insignifiante.

» Toutefois, nous sommes plutôt porté à le rattacher à un isomère de l'acide boroduodécitungstique. En effet, de même que le tungstoborate de potassium, le boroduodécitungstate bipotassique est très stable en présence des acides. Sa solution, portée à l'ébullition en présence d'un excès d'acide chlorhydrique, reste limpide et n'abandonne pas d'acide tungstique, ainsi que le fait la dissolution du sel que nous décrivons.

» *Acide boroduodécitungstique.* — En traitant par l'azotate mercureux une solution concentrée de boroduodécitungstate bipotassique,

$$2K^2O, Bo^2O^3, 12TuO^3, 2H^2O + 15Aq,$$

on obtient un précipité blanc et floconneux, qui se rassemble par l'ébullition en une poudre dense, d'un blanc jaunâtre. En traitant ce précipité, convenablement lavé, par la quantité d'acide chlorhydrique strictement suffisante pour le décomposer, et le débarrassant d'une trace de mercure resté dissous par quelques gouttes d'une solution d'hydrogène sulfuré, on obtient une liqueur qu'on peut évaporer par ébullition ou au bain-marie, jusqu'à consistance sirupeuse.

» Si l'on essaye de pousser plus loin à chaud la concentration, il se dépose de l'hydrate tungstique jaune et pulvérulent.

» Il faut terminer l'évaporation dans le vide sec; on obtient ainsi l'acide boroduodécitungstique, que jusqu'à présent nous n'avons pas eu le loisir d'étudier autrement.

» Si l'on filtre le liquide sirupeux au sein duquel s'est déposé l'hydrate tungstique, par suite d'une décomposition partielle de l'acide boroduodé-

citungstique, et que l'on continue l'évaporation à chaud d'abord, dans le vide ensuite, on obtient des octaèdres basés, jaunâtres, déliquescents, ayant une composition voisine de celle d'un hydrate de l'anhydride complexe

$$10TuO^3, Bo^2O^3.$$

» Comme l'acide tungstoborique, cet acide ne perd ses dernières traces d'eau qu'à une température voisine du rouge. Il devient alors insoluble et se décompose en un mélange d'anhydrides borique et tungstique ([1]). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les lymphatiques sous-cutanés du Python de Séba.* Note de M. S. JOURDAIN, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Dans une précédente Communication, nous signalions l'existence d'un véritable transport circulatoire de la lymphe chez les Pleuronectes. Nous inclinions à croire qu'une telle circulation se retrouve dans la généralité des Téléostéens, en nous fondant sur les analogies si étroites qu'on remarque dans la morphologie du système lymphatique chez les divers Poissons étudiés jusqu'à présent à ce point de vue.

» La lymphe circule-t-elle chez des Vertébrés autres que les Poissons? Observer directement le cours de la lymphe est impossible dans la plupart des cas; mais, d'une analogie morphologique, il nous est permis de conclure à la probabilité d'une analogie physiologique.

» Dans cet ordre d'idées, il y a intérêt à mentionner chez un Ophidien, le Python de Séba, une disposition des lymphatiques superficiels, qui se retrouve très probablement dans tous les animaux de ce groupe, d'une grande homogénéité anatomique, disposition qui rapproche d'une manière bien digne d'attention les Ophidiens des Téléostéens ([2]).

» Rappelons d'abord brièvement ce que l'on observe chez les Téléostéens. Chez ces Vertébrés, on rencontre, sous la peau de la région post-céphalique, trois troncs lymphatiques longitudinaux, qui débouchent en avant dans de vastes réservoirs occupant la région coracoïdienne. L'un de

---

([1]) Ces recherches ont été effectuées au laboratoire de M. Wurtz.

([2]) C'est en étudiant le péritoine du Python de Séba, sur un spécimen mis obligeamment à notre disposition par M. le professeur Léon Vaillant, que nous avons eu occasion de recueillir des notes sur la disposition générale, encore imparfaitement connue, du système lymphatique de cet Ophidien.

ces troncs (*tronc ventral*) occupe la ligne médiane du ventre, depuis l'anus jusqu'à la ceinture coracoïdienne. Les deux autres sont placés, un de chaque côté, dans la région des flancs, qu'ils parcourent dans toute leur longueur: ce sont les *troncs latéraux*.

» Ces trois troncs communiquent entre eux à l'aide d'un grand nombre de branches transversales, assez régulièrement disposées. Les branches radiales des lymphatiques des nageoires impaires forment une des origines ou des terminaisons périphériques des troncs sous-cutanés longitudinaux. Il est donc évident que la lymphe y circule dans un sens déterminé.

» Ces trois troncs des Téléostéens se retrouvent dans le Python. Le *tronc ventral* est représenté par un vaisseau impair, placé sur la ligne médiane du ventre, en rapport avec l'intersection aponévrotique qui constitue une longue *ligne blanche*. Dans la région des flancs, on retrouve de chaque côté un *tronc latéral* qui la parcourt dans toute sa longueur. Des branches transverses, régulièrement espacées, relient le tronc ventral aux troncs latéraux, de telle sorte que, la peau étant étendue, l'ensemble de ces vaisseaux lymphatiques tégumentaires représente une double échelle à montants parallèles.

» Des troncs latéraux, on voit se détacher, de distance en distance, des branches qui contournent le corps et perforent les espaces intercostaux pour s'unir aux lymphatiques costaux, et déboucher, ceux de la région antécardiaque dans la gaîne lymphatique de l'aorte antérieure, ceux de la région postcardiaque dans le grand sinus lymphatique qui loge l'aorte postérieure.

» En avant, le tronc ventral et les troncs latéraux se fusionnent avec les sinus de la région collaire; en arrière, ils ont des relations avec les réservoirs de la région anale. Au niveau des grands sinus cardiaques qui correspondent aux sinus coracoïdiens des Poissons, ils nous ont paru communiquer largement avec ces collecteurs ([1]).

» Après cette description, il nous paraît superflu d'insister sur l'analogie évidente des vaisseaux lymphatiques auxquels nous avons imposé les mêmes noms chez les Téléostéens et chez le Python. Lorsque l'observation directe

---

([1]) Les vaisseaux que nous venons de décrire n'ont point fixé l'attention des anatomistes; ils paraissent toutefois avoir été entrevus par Jacobson. Ce savant, en effet, parle d'un canal lymphatique sous-cutané, existant de chaque côté du corps des Serpents, canal en rapport avec des espaces lymphatiques, également situés sous la peau.

aura permis de reconnaître dans quel sens chemine la lymphe du vaisseau ventral et des vaisseaux latéraux, il y aura de sérieuses raisons de présumer que la lymphe circule dans la même direction dans les vaisseaux correspondants du Python et des Téléostéens. »

ZOOLOGIE. — *Dragages profonds exécutés dans le lac de Tibériade* (*Syrie*), *en mai* 1880. Note de M. LORTET, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Au printemps de cette année, M. le Ministre de l'Instruction publique me chargeait d'une mission scientifique dont un des objectifs devait être l'étude de la faune profonde du lac de Tibériade. Les animaux qui vivent dans cette belle nappe d'eau avaient déjà fait l'objet de mes études en 1875, et quelques-uns d'entre eux m'avaient offert une organisation des plus remarquables.

» Le niveau du lac est à 212^m au-dessous de la surface de la Méditerranée. La plus grande profondeur que nous ayons constatée est de 250^m et se trouve à l'extrémité nord, en face de l'embouchure supérieure du Jourdain. Sur les deux rives du lac, des terrasses parfaitement régulières sont recouvertes de nombreux galets roulés, qui se rencontrent jusqu'à une altitude qui correspond à la pression barométrique de $0^m,76$. Ce fait prouve jusqu'à l'évidence que le niveau du lac était jadis le même que celui de la Méditerranée. Je n'ai point à rechercher, pour le moment, si le bassin du Jourdain était en rapport direct avec la mer; cette communication pouvait se faire très facilement par la plaine d'Esdrelon et la vallée du Kishon. De légères dénivellations, dues aux éruptions de basaltes et de laves si fréquentes à une certaine époque dans le bassin du lac de Tibériade, ont pu facilement rompre ces communications. Il est probable aussi qu'anciennement les eaux du lac devaient être très salines, intermédiaires en quelque sorte entre les eaux saumâtres et celles sursaturées de la mer Morte. A la suite des violentes convulsions volcaniques dont le pays montre partout des traces nombreuses, le niveau de ce dernier bassin s'étant abaissé, le Jourdain a dessalé petit à petit, par la masse de ses eaux, celles du lac, qui aujourd'hui sont devenues potables, quoique très légèrement saumâtres. Ces conditions physiques indiquent l'intérêt qu'il y avait à étudier avec soin la faune du bassin du lac de Tibériade, dont les eaux, anciennement

salées, devaient nourrir des formes animales spéciales; peut-être en retrouverait-on des traces dans les grandes profondeurs, où le liquide plus dense aurait pu rester emmagasiné; peut-être rencontrerait-on des types d'animaux et de végétaux en voie de se transformer et d'adapter leur organisme à une eau devenue presque douce. Ce sont ces vues théoriques qui ont été le point de départ de mes recherches.

» Après m'être assuré des services d'une des rares barques qui se trouvent à Tibériade, j'ai exécuté les pêches, les dragages et les sondages pendant le mois de mai. Lorsque la température, toujours très élevée à cette époque, me le permettait, les journées entières étaient passées sur le lac. Mes dragues, d'un diamètre moyen, avaient été construites sur les dessins de celles qui avaient servi au *Challenger*. Elles m'ont donné d'excellents résultats, le fond n'étant rocheux nulle part et la profondeur ne dépassant pas 250^{m}. Les pêches ont été faites au moyen d'un grand nombre d'engins qui nous ont permis de capturer les représentants de toutes les espèces de poissons. L'eau des grandes profondeurs a été ramenée à la surface au moyen d'un appareil très simple, imaginé et construit par un de mes compagnons, M. Pelagaud.

» Les espèces de poissons que nous avons pu pêcher sont au nombre de douze au moins. Il y a plusieurs formes nouvelles, qui sont actuellement à l'étude. Les espèces déterminées sont :

Clarias macranthus.
Capocta damascena.
Barbus Beddomii.
Chromis Andrœ.
» *paterfamilias.*
» *Simonis.*
Chromis nilotica.
» *nov. sp.*
» *nov. sp.*
» *nov. sp.*
(*Un genre nouveau indéterminé.*)
Labrobarbus canis.

» J'appelle tout particulièrement l'attention de l'Académie sur les différentes espèces du genre *Chromis*, qui toutes incubent leurs œufs et élèvent leurs petits dans l'intérieur de la cavité buccale. Les œufs sont d'un vert foncé et très gros. Il est probable que toutes les espèces du même genre jouissent de cette faculté. Les *Chromis* fourmillent dans le lac de Tibériade : en quelques coups de filet, on peut en remplir le fond d'une grande barque.

» Les Mollusques ont été dragués, les uns tout près de la surface, les autres à de très grandes profondeurs. Parmi ces derniers, il y a plusieurs espèces nouvelles, étudiées avec soin par M. A. Locard. Elles sont distribuées très

régulièrement suivant des zones de profondeurs différentes. Les formes draguées sont au nombre de dix. Ce sont :

Neritina Jordani, Butt.	*Unio terminalis*, Bourg.
Melania tuberculata, Müller.	» *tigridis*, Bourg.
Melanopsis premorsa, L.	» *Lorteti*, Locard.
» *costata*, Olivier.	» *Pietri*, Locard.
Cyrena fluminalis, Müller.	» *Maris Galilæi*, Locard.

» Les *Melanopsis* et les *Melania* sont à *facies marin*. C'est là une faune de passage entre celle des eaux salées et celle des eaux douces. La drague ne nous a ramené aucun animal plus inférieur, si ce n'est une larve rougeâtre que nous n'avons encore pu déterminer. Sur les bords, à une très petite profondeur, on trouve une petite Crevette, le Crabe *Telphusa fluviatilis*, le *Cistudo europœa* et les *Emys caspica* et *tigris*. Dans les grands fonds, les dragues remontaient une vase très fine, d'origine volcanique, qui renferme des diatomées, des foraminifères et d'autres organismes inférieurs. Aucune algue, aucune conferve n'a été ramenée par nos filets. Cette absence absolue de végétaux inférieurs a lieu de surprendre, surtout lorsque l'on constate qu'on se trouve en présence d'une eau saumâtre ayant une température de $+24°$. Enfin l'expérience nous a démontré que l'eau du fond n'était pas plus saumâtre que celle de la surface. A 250^{m}, les coquilles d'*Unio* morts étaient en quelque sorte ramollies, friables, converties en craie blanchâtre, et semblables aux fossiles de certains gîtes tertiaires du midi de la France. Ce changement moléculaire remarquable paraît être dû surtout aux effets de la pression.

» Tels sont brièvement les résultats des nombreux et pénibles dragages que j'ai exécutés pendant douze jours, dans un air embrasé, sous un ciel de feu et dans des conditions matérielles rendues plus difficiles encore par la nonchalance et souvent par le mauvais vouloir de notre équipage arabe. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur l'existence, au Soudan, de vignes sauvages, à tige herbacée, à racines vivaces et à fruits comestibles.* Extrait d'une Lettre de M. Th. Lécard à M. le Ministre de l'Instruction publique.

« ..... Les immenses et dangereuses solitudes du Soudan, absolument inexplorées jusqu'à ce moment, réservaient de nombreuses surprises, sur-

tout au point de vue des produits du sol; chaque jour, je récolte des plantes nouvelles, qu'aucun botaniste ne pouvait soupçonner et dont l'importance sera étudiée. Parmi ces nouveautés, je puis dès aujourd'hui signaler des Vignes sauvages, *à fruits délicieux, à tige herbacée et à racines vivaces;* la beauté et l'abondance des fruits, la vigoureuse rusticité de la plante, la facilité de culture par suite de la simple plantation annuelle de ses racines tuberculeuses, font espérer que ces espèces nouvelles sont susceptibles de changer complètement les conditions de la culture de la Vigne en France et d'en augmenter la production dans des proportions inconnues.

» On pourra les cultiver en France comme on le fait pour les Dahlias; peut-être cette découverte est-elle le seul remède à opposer au Phylloxera.

» Je possède, en grand nombre d'exemplaires, dans mes herbiers, la plante dans tous ses divers développements, et j'ai, en outre, une grande quantité de graines à distribuer à tous les établissements agricoles ou scientifiques de France, d'Algérie et même d'Europe [1]. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un orage observé à Laigle (Orne) le 6 août 1880.* Note de M. J. ROUYER. (Extrait.)

» Lundi soir, 6 septembre 1880, un violent orage est passé sur Laigle, se dirigeant de l'ouest à l'est.

» Dès 7^h se manifestèrent des éclairs en nappe, très étendus, apparaissant derrière des nuages épais toutes les quatre à cinq minutes.

» Vers $9^h 30$, ces éclairs en nappe, et plus rarement en zigzag, devinrent extrêmement fréquents; je me mis à les compter, et je continuai pendant une heure et demie. J'arrivai au chiffre de 4700, soit environ 53 éclairs par minute en moyenne. Mais à certains moments je voyais certainement 100 éclairs par minute; il y a même eu jusqu'à 3 éclairs dans la même seconde [2].

---

(1) M. Durand, mon aide-naturaliste, se rend au premier poste français qu'il pourra atteindre, par les montagnes de Bambouk, pour faire parvenir cette Lettre.

(2) Déjà un fait analogue a été communiqué à l'Académie par M. Colladon, il y a quelques années (séance du 12 juillet 1875). Un orage de grêle s'était abattu aux environs de Genève, de Lucerne et de Zurich. De 11^h à minuit, on observa, dit l'auteur, 2 à 3 éclairs par seconde, soit environ 9000 à l'heure. Mais il faut remarquer que cette énumération n'a pas été faite avec toute la précision désirable, et il semble qu'il a dû en résulter une exagération dans le chiffre total. Quoi qu'il en soit, le nombre a été considérable, et ce fait peut être rapproché de celui que je viens de constater à Laigle.

Le 1er octobre 1874 et le lundi 11 juin 1877, j'avais pu faire moi-même des observations de même nature.

» La pluie commença vers $10^h 45^m$ et elle continua pendant environ une heure et demie. Elle a donné au pluviomètre $11^{mm},8$ d'eau; il n'est pas tombé de grêle.

» Bientôt l'orage passa à l'est; les éclairs apparurent encore assez fréquents pendant dix minutes, puis devinrent de plus en plus rares et finirent par disparaître, ce qui donne une durée d'environ deux heures pour ces manifestations électriques répétées.

» Pendant tout cet orage, on entendait le tonnerre presque continuellement, comme une sorte de bourdonnement, puis de temps en temps des roulements plus forts.

» Au moment du passage de l'orage sur Laigle, j'entendis trois fois le tonnerre en fracas : la foudre était tombée deux fois sur l'extrémité est de la ville.

» La première fois, sur l'angle d'une maison placée à mi-côte; le fluide s'était dirigé sur un tuyau de tôle de $2^m,50$, surmontant une cheminée en briques, puis de là sur l'angle inférieur du toit, dont les tuiles furent soulevées sur une étendue de $0^{mq},25$. Le long du bord inférieur du toit se trouve une gouttière horizontale, communiquant à cet angle avec un tuyau de décharge en zinc, d'un petit calibre, conduisant les eaux pluviales dans une grande auge en granit posée sur le sol.

» Les traces du passage du fluide électrique le long de ce tuyau sont faciles à constater par la présence de trois trous, un en haut, un autre vers le milieu et le troisième un peu au-dessous de celui-ci. Le premier est carré, de $0^m,06$ à $0^m,07$ de côté; le deuxième, carré également, de $0^m,04$ à $0^m,05$ de côté; le troisième est absolument semblable au trou fait par une balle. Ils sont tous trois placés en des points où la paroi est double, par suite de l'emboîtement des tuyaux les uns dans les autres. Or, il y a là cette particularité remarquable que les bords de ces ouvertures présentent des déchirures irrégulières renversées *en dedans* du calibre du tuyau sur la feuille intérieure et *en dehors* sur la feuille extérieure [1].

» Une personne habitant la maison foudroyée se trouvait, au moment du coup, dans une pièce voisine, du même côté, près de l'extrémité opposée du bâtiment. Elle ressentit une commotion peu énergique; aussi elle put se porter à la fenêtre, attirée d'ailleurs par le fracas des tuiles qui tombaient, et elle aperçut sur le sol une lueur diffuse, mais assez vive, près du bassin en granit; cette lueur resta ainsi visible pendant plusieurs secondes.

» Le deuxième coup de foudre frappa un arbre situé à 350^m environ de cette maison, à l'angle nord-est d'un plant comprenant des pins, des mélèzes, des hêtres et des peupliers. C'est un arbre de cette dernière essence, un peuplier de Suisse, qui fut touché. Il s'éclata dans sa longueur, mais sur les deux tiers inférieurs seulement; dans ce long trajet de 9^m à 10^m, le fluide, tout en suivant une trace spiroïde, ne décrivait que les deux tiers d'une spire.... »

---

(1) Je ne connais pas d'exemple de cette disposition. Un fait présente une certaine analogie : c'est celui du coup de foudre qui frappa, en août 1777, la croix de fer qui surmontait la flèche de l'église de Crémone. Au-dessous se trouvait une girouette en cuivre étamé et recouverte de peinture sur ses deux faces; elle fut projetée au loin. On reconnut qu'elle était percée de dix-huit trous, dont les déchirures étaient parallèles, mais renversées moitié d'un côté, moitié de l'autre. Neuf faisaient saillie sur une face, et neuf sur la face opposée.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 septembre 1880.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XVI, 3e série, année 1879. Troyes, L. Lacroix, 1880; in-8°.

Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. Application du sulfure de carbone au traitement des vignes phylloxérées; 4e année. *Rapport sur les travaux de l'année* 1879 *et sur les résultats obtenus; par* M. A.-F. Marion. Paris, P. Dupont, 1880; in-4°.

Nouvelles recherches sur la pleuropneumonie exudative de l'espèce bovine, etc.; par le Dr Willems. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; in-8°. (Présenté par M. Bouley pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1881.)

De l'abus du tabac dans les écoles; par M. le Dr A. Coustan. Chambéry, impr. Chatelain, 1880; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

La mortalité dans ses rapports avec les phénomènes météorologiques dans l'arrondissement d'Avignon (1873-1877); *par le* Dr A. Pamard. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

Assurances sur la vie et annuités pour une seule tête; par E. Dehais. Gauthier-Villars, 1880; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique 1881.)

Nivellement de précision de la Suisse exécuté par la Commission géodésique fédérale, sous la direction de A. Hirsch et E. Plantamour; VIIe livr. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1880; in-8°.

Bulletin de la Société de Médecine du département de la Sarthe; année 1879. Le Mans, typogr. Monnoyer, 1880; in-8°.

Nouveau manuel de Chimie simplifiée, pratique et expérimentale, sans laboratoire; par E. Tournier. Paris, F. Savy, sans date; in-18°.

Prologus N. Ocreati in Helpech ad Adelardum botensem, magistrum suum. Fragment sur la multiplication et la division, publié pour la première fois par M. Ch. Henry. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Sur l'origine de la convention dite de Descartes; par M. Ch. Henry. Paris, Didier et Cie, 1878; opuscule in-8°. (Extrait de la *Revue archéologique*.)

Sur l'origine de quelques notations mathématiques; par M. C. Henry. Paris, Didier et Cie, 1879; opuscule in-8°. (Extrait de la *Revue archéologique.*)

Deux mathématiciens de l'Oratoire; par A. Marre, Rome, 1880; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Recherches sur les queues des comètes; par Th. Bredichin. Sans lieu ni date; in-4°.

Estadistica bibliografica de la literatura chilena; por don Ramon Briseno. T. II. — *Lei de presupuestos de los gastos jenerales de la administracion publica de Chile para el año de* 1879. — N° 1. *Sesiones ordinarias de la Camara de senadores en* 1878. — N° 2. *Sesiones estraordinarias de la Camara de senadores en* 1878. — N° 1. *Sesiones ordinarias de la Camara de diputados en* 1878. — N° 2. *Sesiones estraordinarias de la Camara de diputados en* 1878. — N° 4. *Sesiones estraordinarias de la Camara de diputados en mayo de* 1878. — *Estadistica agricola de la Republica de Chile, correspondiente à los años de* 1877 *i* 1878. — *Cuenta jeneral de las entradas i gastos fiscales de la Republica de Chile en* 1878. — Santiago de Chile, 1879; 9 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 septembre 1880.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section de Médecine, t. V, IIe fascicule, année 1877-1879; *Mémoires de la Section des Sciences,* t. IX, IIIe fascicule, année 1879; *Mémoires de la Section des Lettres,* t. VI, IVe fascicule, années 1878-1879. Montpellier, Bœhm et fils, 1879-1880; 3 vol. in-4°.

Exposition universelle à Melbourne en 1880. *France. Notices sur les dessins, modèles et ouvrages relatifs aux services des Ponts et Chaussées, des Mines, des Bâtiments civils et Palais nationaux, réunis par les soins du Ministère des Travaux publics.* Paris, Impr. nationale, 1880; in-8°.

Calculs des propulseurs hélicoïdaux; par M. Ch. Antoine. Paris, Berger-Levrault, 1880; in-8°. (Deux exemplaires.)

Eug. Marchand. *Note sur la distribution de la chaleur solaire sur les différents points du globe terrestre dans les jours d'équinoxe et de solstice.* Paris, au Secrétariat de l'Association française pour l'avancement des Sciences; opuscule in-8°.

Conférence sur la doctrine des engrais chimiques et l'utilité des champs d'expériences agricoles; par M. E. Marchand. Rouen, impr. H. Boissel, 1880; in-8°.

First annual Report of the department of statistics and geology of the State of Indiana, 1879. Indianapolis, Douglass et Carlon, 1880; in-8° relié.

Report of the superintendant of the United States coast Survey showing the progress of the work for the fiscal year ending with june, 1876. Washington, government printing office, 1879; in-4°, texte et atlas.

Verhandelingen van het Bataviaasch genootschap van kunsten en Wetenschappen; Deel XXXIV, 2e Stuk; Deel XLI, 1e Stuk. Batavia, W. Bruining, 1880; 2 liv. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les odeurs de Paris.* Note de M. **H. Sainte-Claire Deville.**

« Vers la fin du mois d'août dernier, en passant par la rue Saint-Jacques, en face du n° 278, mon attention fut attirée par l'odeur qu'exhalait une tranchée de 1^{m} environ de profondeur. On en avait extrait 1^{mc} ou 2^{mc} de cette terre noire, colorée par le sulfure ou l'oxydule de fer, dont M. Chevreul a depuis bien longtemps constaté et expliqué la formation (¹).

» Cette terre était imbibée d'eau, mais la boue n'était pas liquide. Elle avait en même temps l'odeur de l'hydrogène sulfuré et du gaz de l'éclairage. J'en pris à la surface 3^{kg} environ, pour en faire une analyse dont je vais donner les résultats.

» $2^{kg},350$ de la terre ont été introduits dans un flacon et mouillés avec 1^{lit}

(¹) Voir, *Dictionnaire des Sciences naturelles*, t. XXII, p. 293, l'article EAU NATURELLE, écrit par M. Chevreul en 1819 et publié en 1821; *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXIV, p. 211 (1854); *Comptes rendus*, t. XLIII, p. 128 (1856), et t. LXXI, p. 431 (1870).

d'eau à peu près. On agitait fortement et l'on décantait le liquide avec la matière noire qu'il tenait en suspension et que l'on versait dans un autre flacon. Quand cette matière était déposée, on recommençait l'opération avec la même eau devenue limpide, jusqu'à ce qu'on eût introduit dans le second flacon tous les éléments légers ou noirs que l'on pouvait entraîner ou dissoudre.

» Le résidu de cette opération, répétée jusqu'à huit ou dix fois au moins, est un gravier presque décoloré et composé de plâtras, de cailloux calcaires, de grès concassé ou pulvérisé, de débris de toutes sortes, cuir, carton, etc., enfin de toutes les matières que le remaniement si fréquent du pavage de Paris peut faire pénétrer dans le sous-sol.

» Le liquide, chargé de sels et de matières solubles dans l'eau, a été séparé par filtration; et la boue noire, recueillie sur un filtre, séchée incomplètement, a été pesée pour être analysée à part.

» 1° L'eau de lavage était troublée par du sesquioxyde de fer ou du sous-sulfate provenant de l'oxydation du sulfure et de la suroxydation de l'oxydule de fer. Elle était sensiblement alcaline et contenait des sulfures, des hyposulfites, des sulfates, des chlorures, de la chaux, de la magnésie, de la soude, et des traces d'ammoniaque que l'ébullition avec la baryte ne rendait pas sensibles à l'odorat, mais qui agissait faiblement sur la teinture rouge de tournesol. L'excès d'alcali était saturé par des acides organiques, répandant une odeur acétique et butyrique, et une matière également acide, réduisant les sels d'argent et dont la combinaison avec la chaux ou l'argent était explosible, rappelant ainsi les propriétés des acétylures de M. Berthelot.

» Le résidu de l'évaporation de cette eau à basse température pesait $13^{gr},500$. Il contenait :

Sulfate de chaux	$5^{gr},000$
Chaux	2,386
Magnésie	0,200
Sel marin	0,392
Potasse	0,361
Eau et matières organiques	5,161
	13,500

» 2° La matière pulvérulente noire, pesant $0^{kg},902$, a été lavée par l'éther dans un appareil à digestion et à distillation continues. L'éther contenu dans le bouilleur a bientôt laissé déposer une grande quantité de cristaux

jaune brun et brillants, peu solubles, car il a fallu plus de deux jours de traitement pour épuiser la matière. On a retiré de la solution éthérée :

	gr
Soufre cristallisé et contenant une matière organique décomposable par la chaleur..........	3,700
Soufre cristallisé avec un peu de goudron et de naphtaline..............................	4,736
Goudron de gaz ou coaltar....................	1,640
	10,076

» Les conclusions de ces analyses sont faciles à tirer :

» 1° Si l'on évalue à un demi-litre la quantité d'eau qui imprègne les $2^{kg},350$ de boue humide (1), on voit que la quantité de sels que cette eau dissout doit être d'environ 25^{gr} à 30^{gr} par litre, c'est-à-dire qu'elle est relativement concentrée, ce qui est la conséquence d'un phénomène très simple. Le sous-sol de Paris n'étant pas drainé, les pavés et les intervalles garnis de sable qui les séparent deviennent imperméables dès que leur surface est mouillée. Quand ces intervalles se sèchent, l'eau du sous-sol peut s'évaporer, en se concentrant, jusqu'à ce que l'eau de la pluie et des arrosages, entraînant avec elle toutes les matières solubles, salines ou organiques, et imbibant l'intervalle des pavés, rende de nouveau la surface imperméable. L'eau des boues noires doit donc se concentrer de plus en plus. En outre elle reçoit ces poussières de fer provenant du fer des chevaux et des roues de voitures, que M. Chevreul considère, avec juste raison, comme l'origine des sulfures, de l'oxydule de fer et de la coloration noire du sous-sol de Paris.

» 2° Les fuites de gaz de l'éclairage, estimées en moyenne au dixième du volume du gaz qui circule dans les tuyaux, y ont amené une partie du soufre, les hydrogènes carbonés et le goudron qu'on y rencontre si abondamment (2).

» Ce goudron, ou coaltar, est une matière antiseptique par excellence, employée efficacement en Chirurgie pour assainir les plaies et empêcher l'infection des hôpitaux. Son acide phénique arrête les fermentations et détruit les germes les plus dangereux.

---

(1) La détermination exacte de cette quantité d'eau était impossible sur des échantillons où il fallait conserver les matières volatiles amenées par le gaz. Le soir même du jour où la prise d'échantillon a été faite, la tranchée dont elle provenait était remblayée.

(2) Le gaz de l'éclairage est en réalité un brouillard très léger où flottent des cristaux de naphtaline, comme les aiguilles de glace des stratus et du goudron en vésicules très ténues résistant à toute condensation, comme les vésicules d'eau des nuages.

» En résumé, grâce aux fuites de gaz du sous-sol de Paris, celui-ci est assaini et ne peut exhaler aucune odeur dangereuse; c'est une faible odeur d'hydrogène sulfuré, qui n'est pas plus nuisible que l'atmosphère des eaux minérales sulfureuses, et une odeur de produits empyreumatiques, qui est aussi saine que l'atmosphère environnant les gazomètres de Paris, autour desquels on envoie respirer les enfants atteints de certaines affections épidémiques ou contagieuses, la coqueluche par exemple.

» Il n'en est pas de même des odeurs provenant des matières excrémentitielles que l'on constate malheureusement à Paris et aux environs de Paris. Elles sont nauséabondes, ce qui ne les rend pas, il est vrai, nécessairement nuisibles; mais elles peuvent emprunter à la source dont elles proviennent les germes auxquels on attribue aujourd'hui les maladies cholériformes et typhoïques, que l'on redoute de voir devenir endémiques à Paris, comme elles le sont depuis longtemps dans l'Inde.

» Mon savant et illustre ami, M. Pasteur, nous donnera sans doute, avec des démonstrations rigoureuses, malgré le danger que de pareilles recherches font courir, la cause et peut-être les remèdes préventifs de ces redoutables fléaux; mais dès aujourd'hui, grâce à ses travaux, devenus classiques, nous pouvons fixer les conditions auxquelles il faut soumettre le transport et le traitement des matières excrémentitielles pour qu'elles cessent d'être fétides et ne puissent devenir dangereuses pour la santé publique.

» Il est possible qu'un jour ces matières, reçues dans des vases métalliques sans avoir jamais de contact avec l'air extérieur, soient transportées sous terre dans des tuyaux métalliques, canalisation aussi gigantesque que celle qui conduit l'eau et le gaz, et dans laquelle on entretiendra une certaine dépression. Ces matières, reçues dans de grands vases métalliques, neutralisées ou même acidifiées par des substances appropriées et parfaitement connues, portées à une température égale ou même supérieure à 100°, qui suffit à détruire tous les germes, enfin séchées dans ces appareils, seraient livrées à l'agriculture à qui on les doit sans perte d'aucune substance utilisable et sans avoir porté dans l'atmosphère aucune trace de matières odorantes ou nuisibles (¹).

» Toutes ces conditions, conformes aux prescriptions formulées par le Conseil de salubrité et le Comité consultatif des Arts et Manufactures, peuvent être réalisées avec les procédés connus ou légèrement perfectionnés. Il reste

(¹) M. Chevreul a recommandé l'étanchéité absolue des fosses d'aisance : il est clair qu'elle est possible seulement par l'emploi des vases métalliques.

seulement à savoir si les sommes considérables qu'il faudrait consacrer à cette réalisation seraient en proportion avec les avantages qu'en retireraient l'hygiène publique et la désinfection absolue des grandes villes. Rien ne dit, par exemple, que l'intérêt du capital ainsi dépensé, si on l'applique à l'amélioration du régime des hôpitaux, à l'assainissement des logements insalubres, etc., ne sauverait pas plus d'habitants de Paris chaque année que les épidémies partielles n'en peuvent faire périr.

» La Science peut donc indiquer les solutions absolues, mais c'est aux économistes et aux ingénieurs à décider si leur application est désirable ou possible.

» Les analyses que je publie aujourd'hui prouvent seulement que les odeurs de Paris provenant de la terre noire placée au-dessous des pavés ne peuvent en aucune manière être nuisibles, à cause des produits empyreumatiques et antiseptiques qu'y apporte constamment le gaz d'éclairage. »

M. P. de Tchihatchef donne lecture de la Note suivante. (Extrait.)

« Je viens demander à l'Académie la permission de lui faire hommage d'un travail auquel j'ai donné le titre : *Espagne, Algérie et Tunisie. Lettres à Michel Chevalier*. C'est l'Algérie qui a été l'objet principal de mon voyage en Afrique, et j'ai essayé de tracer un tableau général, non seulement de sa constitution physique, mais encore de ses conditions sociales et politiques, tandis que l'Espagne et la Tunisie ne figurent dans mon Ouvrage que d'une manière accessoire, bien que ces deux pays m'aient fourni l'occasion de me livrer à plusieurs intéressantes recherches historiques et géographiques, comme, entre autres, celles qui ont pour objet l'exploitation en Espagne des mines d'argent par les Carthaginois et les Romains, les prodigieuses richesses métalliques que possédait cette péninsule d'après les témoignages des auteurs anciens, l'origine relativement récente du grand lac tunisien désigné par le nom de *la Goulette* et qui, d'après Edrisi, aurait été creusé de main d'homme, l'appréciation des causes de la disparition complète des restes de Carthage, la question si longuement agitée et non encore résolue relative à l'introduction des eaux du golfe de Gabès dans l'intérieur de la Tunisie, etc.

» Si l'étranger qui entreprend l'exploration physique de l'Algérie ne peut guère se flatter d'ajouter beaucoup à ce qui y a déjà été fait par les savants français, notamment en ce qui concerne la flore, que mon éminent confrère et ami M. Cosson a étudiée de manière à décourager les glaneurs,

il n'en est pas de même, peut-être, des questions placées en dehors de la Science proprement dite, telles que l'appréciation des résultats matériels et moraux qu'a eus pour l'Algérie son annexion à la France, du mode dont y fonctionnent les nouvelles institutions administratives et sociales, de l'assimilation de l'élément arabe avec l'élément chrétien, etc.; sur toutes ces questions et bien d'autres encore, si intimement liées avec l'avenir de cette belle contrée, le témoignage d'un étranger familiarisé avec l'Orient et ayant visité l'Algérie plus d'une fois et à de longs intervalles offrirait, si je ne me trompe, certaines garanties d'impartialité et d'indépendance que le public n'accorde pas toujours à ceux qu'il croit prononcer en quelque sorte dans leur propre cause.

» Or je m'estime heureux d'avoir été conduit, dans cet ordre d'études, à des conclusions bien plus satisfaisantes que celles qui avaient été généralement formulées jusqu'à présent, car je me flatte d'avoir démontré par des faits irrécusables que, contrairement à l'opinion, souvent reproduite, d'après laquelle les Français ne posséderaient point au même degré que quelques autres peuples le don de la colonisation, la France n'a absolument rien à envier sous ce rapport aux nations les plus privilégiées, et que l'œuvre accomplie en Algérie n'a été surpassée nulle part et égalée que très rarement.

» Ainsi j'ai cherché à faire voir que la question de l'assimilation de la race arabe avec la population chrétienne n'est qu'une question de temps, et le temps fera justice des appréhensions et des doutes si souvent manifestés à cet égard....

» Je me dispenserai de parler des considérations exclusivement scientifiques qui occupent une partie assez étendue de ce travail, car, ainsi que je l'ai déjà dit, je ne puis prétendre au mérite d'avoir ajouté des matériaux nouveaux de quelque importance à ceux recueillis par les savants français; cependant je me permettrai de mentionner quelques-unes de mes observations relatives à la géologie ou à la géographie botanique de l'Algérie, entre autres celles concernant la distribution des roches éruptives, les monts Aurès tels qu'ils avaient été décrits par Procope, au VIe siècle de notre ère, les modifications que la physionomie végétale des deux bords de la Méditerranée a pu subir dans le courant des époques historiques, etc.

» En tout cas, le but que je m'étais proposé en entreprenant une exploration rapide, mais consciencieuse, de l'Algérie serait complètement réalisé si j'étais assez heureux pour appeler l'attention sérieuse du public sur une contrée aussi importante pour la France, mais dont la valeur réelle et par

conséquent l'avenir ont été pendant trop longtemps l'objet d'opinions très diverses et souvent contradictoires. J'ose espérer que, en soumettant à un examen impartial les conclusions auxquelles mes recherches m'ont conduit, on ne pourra se refuser d'admettre que le beau pays qui a coûté tant de sang et d'argent possède d'inépuisables ressources, capables de compenser amplement tous les sacrifices faits ou encore à faire en sa faveur, et que, de plus, la domination française, solidement établie dans cette partie de l'Afrique, assure à la France un rôle prépondérant dans le grand mouvement civilisateur du continent africain....

» Enfin, quelle que soit l'importance de l'Algérie sous les rapports matériel et politique, elle possède encore l'avantage d'offrir un champ immense à l'activité scientifique, et sans doute le moment n'est pas éloigné où les sciences physiques et naturelles, surtout la Géologie et la Météorologie, qui, peut-être, ne sont pas encore suffisamment représentées en Algérie, viendront à leur tour prendre possession définitive de cette magnifique contrée et compléter ainsi la plus belle et la plus bienfaisante conquête des temps modernes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Fromentin** adresse le bulletin officiel de marche de son appareil « alimentateur à niveau constant ».

(Renvoi à la Commission du prix de Mécanique.)

M. C. **Przeciszewski** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Chasles* et *Perrier* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Ministre de l'Agriculture** et **du Commerce** remercie l'Académie de l'envoi qui lui a été fait de cinquante exemplaires du Mémoire de M. *Max. Cornu*, sur le Phylloxera.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les discours prononcés à l'inauguration de la statue de *Blaise Pascal* à Clermont-Ferrand, le samedi 4 septembre 1880, par : M. *Mézières*, au nom de l'Académie française; M. *Cornu*, au nom de l'Académie des Sciences; M. *Paul Janet*, au nom de l'Académie des Sciences morales et politiques.

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie une Notice biographique de *H.-A. Weddell*, par M. *Eug. Fournier*, et lit le passage suivant :

« Les recherches quinologiques de Weddell contiennent encore un fait dont la grande valeur, chose singulière, nous paraît avoir été ignorée de son vivant et par lui-même. Nous lisons en effet, dans l'*Histoire naturelle des Quinquinas*, qu'une même espèce de *Cinchona* a parfois deux sortes de fleurs : « Si les stigmates sont exserts, les anthères sont » presque sessiles dans le milieu du tube de la corolle; si, au contraire, les anthères » élevées sur leurs filets apparaissent à la gorge de cette enveloppe, le style alors se trouve » réduit et les stigmates occupent la place qu'occupaient dans le cas précédent les anthères. » En un mot, le développement du style et celui des étamines sont constamment en raison » inverse l'un de l'autre. » Ne voit-on pas là comme la première ébauche des observations tant répétées depuis en Angleterre sur le dimorphisme floral? »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* Coggia (217), *faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. G. Bigourdan, communiquées par M. l'amiral Mouchez.

Dates. 1880.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Ascension droite. Planète — ✶.	Ascension droite. Réfraction.	Déclinaison. Planète — ✶.	Déclinaison. Réfraction.
			m s	s		
Septembre 3...	*a* 8134 B. A. C.	6,5	−0.31,11	−0,01	+10′.36″,6	+0″,5
» 4...	*a* »	6,5	−1. 7,57	0,00	− 2.13,3	−0,1
» 5...	*b* 8119 B. A. C.	6	+0.20,16	+0,01	+13. 5,9	+0,5
» 6...	*b* »	6	−0.12,53	0,00	+ 1.53,0	+0,1
» 8...	*c* 10265 Cat. de Wash.	8	»	»	+ 4.30,0	+0,3
» 9...	*c* »	8	−0.19,94	+0,01	− 7.53,7	−0,4
» 10...	*d* φ Verseau	5	+2.31,28	0,00	+ 8.11,7	+0,4
» 11...	*d* »	5	+1.55,20	−0,01	− 4.21,9	−0,3
» 13...	*e* Anonyme	9	+0.31,62	−0,01	+15.53,7	+0,8

Positions des étoiles de comparaison.

	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1880,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
3 et 4.	*a*	23.15.10,43	+4,46	−5.19.42,2	+28,1	Cat. de Washington
5 et 6.	*b*	23.13.10,53	+4,48	−5.46.47,2	+28,1	½ {*Seven Years' Cat.* + Cat. de Washington}
8 et 9.	*c*	23.11.33,61	+4,43	−6.13.18,2	+28,1	Cat. de Washington
0 et 11.	*d*	23. 8. 6,40	+4,44	−6.41.44,5	+28,2	*Seven Years' Cat.*
3.....	*e*	23. 8.30		»		

Positions de la planète, rapportées à l'équinoxe et à l'équateur apparents de l'époque, non corrigées de la parallaxe.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Log. fact. par.	Déclinaison.	Log. fact. par.
	h m s	h m s		° ′ ″	
ptembre 3.....	11.21.18	23.14.43,77	−(1̄,010)	−5. 8.37,0	+(0,856)
» 4.....	12.47. 6	23.14. 7,33	+(2̄,712)	−5.21.27,5	+(0,857)
» 5.....	11.19. 7	23.13.35,18	−(2̄,956)	−5.33.12,7	+(0,858)
» 6.....	10.13. 5	23.13. 2,48	−(1̄,279)	−5.44.26,0	+(0,865)
» 8.....	9.57.57	»	»	−6. 8.19,8	+(0,860)
» 9.....	10.46.39	23.11.18,11	−(1̄,056)	−6.20.44,2	+(0,864)
» 10.....	11.41.52	23.10.42,12	−(2̄,236)	−6.33. 4,2	+(0,862)
» 11.....	13.16.53	23.10. 6,04	+(1̄,188)	−6.45.38,5	+(0,863)
» 13.....	11.46.51	»	»	»	»

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle expérience destinée à montrer le sens de la rotation imprimée par les corps à la lumière polarisée.* Note de **M. G. Govi.**

« C'est un fait bien connu des physiciens que, si l'on produit un spectre très pur avec de la lumière polarisée rectilignement, à laquelle on fait traverser d'abord une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, puis un analyseur (prisme de Nicol, de Foucault, etc.), ce spectre est sillonné par une ou plusieurs bandes noires qui se déplacent quand on fait tourner soit le polariseur, soit l'analyseur. Le mouvement des bandes a lieu du rouge vers le violet ou du violet vers le rouge (l'analyseur ou le polariseur tournant toujours dans le même sens) suivant que la plaque de quartz interposée est *dextrogyre* ou *lévogyre*. On a donc, dans la direction de ce mouvement, un indice auquel on peut reconnaître, même en projection, le sens de la rotation imprimée au plan de polarisation par la substance interposée.

» Si l'on prend comme limites du spectre les lignes B et G, il faut que la plaque de quartz ait environ $4^{mm},3$ d'épaisseur pour qu'on voie paraître sur le spectre une seule bande noire assez bien définie; avec un quartz de $8^{mm},5$ le spectre présente deux bandes à la fois; il y en a trois pour $17^{mm},0$, quatre pour $21^{mm},3$, cinq pour $29^{mm},9$, etc.

» Supposons maintenant que, par un artifice quelconque, on puisse imprimer au spectre et à l'analyseur un même mouvement de rotation; le spectre ayant son extrémité, rouge ou violette, au centre du cercle dont il représente un rayon, on verra, si l'on tourne lentement, que la bande noire unique, par exemple, glissera sur le spectre de quantités sensiblement proportionnelles aux angles dont on aura fait tourner l'analyseur ([1]). Or un point qui glisse sur le rayon d'un cercle proportionnellement à la quantité dont ce rayon tourne décrit sur le plan du cercle une spirale d'Archimède; si donc le mouvement du spectre tournant est assez rapide pour que l'impression dans l'œil devienne continue, on verra se dessiner, dans l'espace ou sur l'écran, deux branches noires de spirales diamétralement opposées, sur un disque spectral ayant le violet ou le rouge au centre, et le rouge ou le violet à la circonférence.

» Si au lieu d'une seule bande noire il y en a plusieurs sur le spectre, il paraît alors autant de doubles spirales équidistantes qu'il y a de bandes noires dans le spectre, ce qui donne à ce phénomène beaucoup d'élégance.

» La substitution d'une plaque de quartz *lévogyre* à une plaque *dextrogyre* intervertit le sens de la spirale et permet ainsi de distinguer immédiatement le sens de la rotation dans la plaque employée. Ce phénomène rappelle, jusqu'à un certain point, les *spirales d'Airy*, quoiqu'il soit dû à une cause tout à fait différente.

» En interposant une lame de mica d'une demi-onde entre la source de lumière polarisée et la plaque de quartz, et en imprimant à cette lame un mouvement lent de rotation, on fait tourner les spirales, ce qui paraît les dilater ou les resserrer, suivant qu'on tourne la lame dans un sens ou dans l'autre.

([1]) Si l'on admet la théorie de la *dispersion* formulée par Cauchy, et si l'on se contente du degré d'approximation que donnent les deux premiers termes de la série qu'il en a déduite pour représenter l'*indice de réfraction*, on peut exprimer l'intervalle x qui sépare sur le spectre deux longueurs d'onde λ_0, λ_x par

$$x = C\left(\frac{1}{\lambda_x^2} - \frac{1}{\lambda_0^2}\right),$$

» Si la lame de mica est placée après la plaque de quartz, on reproduit le même phénomène, et l'on renverse en même temps le sens des spirales, comme si la plaque de quartz avait été remplacée par une autre de rotation contraire.

» On peut obtenir d'autres phénomènes curieux en remplaçant la lame de mica par des lames de gypse, de quartz parallèle à l'axe, etc., ou en employant des prismes compensés de M. Soleil, en quartz perpendiculaire à l'axe, au lieu de plaques de différentes épaisseurs.

» Ces phénomènes peuvent être observés directement ou projetés sur un écran. La projection en est très belle quand on se sert de la lumière du soleil.

» L'instrument à l'aide duquel on les obtient a été imaginé et construit par M. Duboscq pour projeter d'autres phénomènes de polarisation. Il consiste en un tube de laiton qu'on peut faire tourner rapidement autour de son axe et dans lequel on introduit les prismes biréfringents, le prisme de Nicol, le prisme d'Amici (prisme à vision directe), etc., qu'on veut employer dans les expériences. Le polariseur reste fixe; une lentille donne, à travers tout le système, une image nette du petit trou par lequel la lumière pénètre dans l'instrument. »

à la condition toutefois que la déviation Δ ne s'éloigne pas trop de sa valeur élémentaire $\Delta = \alpha(n-1)$, α étant l'angle et n l'indice du prisme.

En admettant, en outre, comme suffisamment exacte (au moins pour le quartz) la *loi de rotation* donnée par Biot, qui relie également l'angle de rotation ρ_x à la longueur d'onde λ_x par la relation

$$\rho_x = \beta \frac{1}{\lambda_x^2},$$

l'intervalle angulaire y entre les plans de polarisation de deux longueurs d'onde déterminées λ_0 et λ_x est donné par

$$y = \beta\left(\frac{1}{\lambda_x^2} - \frac{1}{\lambda_0^2}\right),$$

d'où l'on déduit que la rotation du plan de polarisation, en passant d'un point à un autre du spectre de dispersion, est proportionnelle à la distance qui sépare ces deux mêmes points sur le spectre.

SPECTROSCOPIE. — *Étude sur les raies telluriques du spectre solaire* (*Observatoire de Nice*). Note de M. L. THOLLON, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Nous ne connaîtrons bien la constitution de l'atmosphère terrestre que le jour où nous aurons une connaissance exacte et complète des raies telluriques, des éléments qui les produisent, des variations d'intensité qu'elles éprouvent suivant la chaleur ou le froid, suivant l'état hygrométrique de l'air, suivant la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon. Cette grave question a déjà préoccupé bon nombre de savants; elle a été de leur part l'objet de travaux importants et fort remarquables; néanmoins, le but à atteindre est encore bien éloigné. Pour continuer avec chances de succès l'œuvre commencée, il est indispensable d'avoir recours aux instruments les plus puissants, aux procédés de mesure les plus délicats et les plus précis, afin de pouvoir individualiser chaque raie; il faudra faire des expériences difficiles, coûteuses et montées sur une grande échelle; il faudra surtout se livrer à des études minutieuses, poursuivies pendant longtemps avec une méthode irréprochable.

» La marche à suivre dans ce long et pénible travail paraît tout indiquée : 1° résoudre les groupes telluriques en leurs éléments simples et séparer ainsi ces éléments les uns des autres aussi bien que des autres raies métalliques; 2° déterminer, avec toute l'exactitude possible, leurs positions sur l'échelle spectrométrique; 3° étudier avec soin leurs variations d'intensité et les circonstances qui s'y rattachent; 4° déduire de cette étude l'élément d'origine de chaque raie et vérifier expérimentalement ces déductions.

» Mettant à profit la grande puissance de mon spectroscope, je crois avoir rempli d'une manière satisfaisante les deux premiers points de ce programme pour les groupes telluriques B, D et α d'Angström. Les dessins que j'en ai faits, et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, sont le résultat de déterminations faites avec un soin extrême. La position relative de chaque raie m'a été fournie par la moyenne de six pointés faits avec un micromètre oculaire. Les longueurs d'onde peuvent être obtenues par interpolation. Les erreurs commises dans le groupement des raies ne dépassent certainement pas $\frac{1}{10}$ de millimètre, et, comme l'échelle est de 15^{m}, ces erreurs n'affecteraient pas d'une unité la huitième décimale des nombres exprimant leurs longueurs d'onde en fractions du millimètre.

» Dans chaque dessin, la moitié supérieure représente l'aspect du groupe à midi et la moitié inférieure le représente tel qu'il apparaît au coucher du Soleil. Mais, si la position des raies est fixée avec toute la précision convenable, l'étude des variations d'intensité est loin d'être complète. C'est un travail de longue haleine, qui demande beaucoup de temps et un procédé convenable de mesures photométriques. Les observations déjà faites me donnent la conviction qu'il fournira des résultats du plus haut intérêt.

» Le groupe B, que je croyais avoir résolu le premier, avait déjà, en octobre 1878, fait l'objet d'une étude fort remarquable de M. Langley. Au moyen d'un de ces admirables réseaux dus à M. Rutherfurd, il a non seulement résolu parfaitement ce groupe, mais il a mesuré directement les longueurs d'onde des raies qui le composent. En même temps que mon dessin, j'ai cru devoir mettre sous les yeux de l'Académie celui qu'a publié M. Langley. Bien que l'échelle soit différente, on reconnaîtra sans peine leur parfaite ressemblance. Il peut être utile, en outre, de comparer les résultats fournis par le réseau et par mon appareil dans l'extrême rouge, c'est-à-dire dans des conditions de dispersion qui sont tout à l'avantage du premier et au désavantage du second. On pourra voir que, malgré la grande inégalité des conditions, mon appareil conserve une supériorité marquée sur le réseau; les résolutions sont plus nettes, et un certain nombre de raies que j'ai dessinées ne se trouvent pas dans le dessin de M. Langley.

» Je voudrais bien emprunter à ce savant la belle description qu'il donne de ce groupe si remarquable; mais, pour ne pas sortir des limites de cet article, je me bornerai à dire qu'on ne sait rien encore sur l'élément atmosphérique qui produit ce curieux phénomène d'absorption. La régularité de sa structure et la surprenante ressemblance qu'il a avec le groupe A ne permettent pas d'admettre qu'il provienne de diverses substances. Or M. Janssen, en étudiant directement le spectre de la vapeur d'eau, a constaté en B l'existence d'une bande d'absorption. D'autre part, Angström a vu se dessiner, avec une remarquable intensité, le groupe B par un froid de 27°. Moi-même j'ai fait plusieurs fois des observations analogues à Montsouris, par le temps sec et froid du mois de décembre dernier: le résultat obtenu a été le même que celui du savant suédois. Les faits ainsi observés semblent se contredire; mais la contradiction peut être plus apparente que réelle, car au coucher du Soleil les raies du groupe deviennent si noires et si larges, que la superposition d'un nouveau système de raies pourrait fort bien être impossible à distinguer.

» Si l'on compare mon dessin du groupe α d'Angström avec ceux qui ont

été faits avec des dispersions moindres, on trouve une si grande différence, que l'assimilation des raies devient presque impossible. Un très grand pouvoir dispersif peut seul donner une idée exacte de la constitution de ce groupe, qui est d'une résolution difficile.

» Le dessin de la région D présente aussi une assez grande différence avec ceux qui ont été publiés jusqu'à ce jour, mais l'assimilation des raies est possible, facile même. J'ai marqué par la lettre φ le groupe mentionné dans ma Note du 16 août 1880.

» Quant au groupe D en lui-même, c'est une sorte de test sur lequel se sont exercés tous les inventeurs de nouveaux appareils. Les descriptions publiées à ce sujet relatent des résolutions surprenantes dans les raies du sodium, et ces résolutions, j'ai pu les observer moi-même; mais aussi j'ai pu constater qu'elles étaient de pures illusions provenant soit de la qualité de la flamme, qui produit parfois une succession de renversements, soit d'un défaut de réglage de l'appareil, soit d'un défaut d'équilibre dans la température des prismes. Pour fixer les idées sur ce point, il me paraît utile de publier ce que j'ai vu et très exactement mesuré sur cette partie du spectre.

» La distance angulaire des raies D étant de 12′ dans mon appareil, je prendrai pour unité la seconde, et, désignant par δ_1, δ_2, δ_3, ... les raies comprises entre D_1 et D_2 (D_1 représentant la moins réfrangible de toutes), les positions seront données par les nombres suivants, qui peuvent être considérés comme exacts, à moins de 5″ près.

$D_1 =$ 0″	Na....	10	$\delta_7 =$ 374″	Te....	0-5
$\delta_1 =$ 98	Te....	0-4	$\delta_8 =$ 424	Te.. .	4-8
$\delta_2 =$ 116	Te....	1-5	$\delta_9 =$ 509	Te. ..	3-7
$\delta_3 =$ 183	Te.. .	1-6	$\delta_{10} =$ 518	Te....	0-5
$\delta_4 =$ 290	Te. ..	2-7	$\delta_{11} =$ 573	?.....	4
$\delta_5 =$ 351	Te....	1-5	$\delta_{12} =$ 647	Te....	0-2
$\delta_6 =$ 366	Ni....	5	$D_2 =$ 720	Na....	10

» Les nombres de 1 à 10 marquent les intensités. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la liquéfaction de l'ozone et sur sa couleur à l'état gazeux*. Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis**.

« L'ozone, tel qu'on le prépare habituellement, possède dans l'oxygène une si faible tension, 53^{mm} au plus, que les propriétés physiques de ce corps sont à peine connues et distinguées de celles de l'oxygène.

» On sait les difficultés qu'a surmontées si habilement M. Soret pour déterminer la densité de l'ozone en opérant sur l'oxygène faiblement ozonisé.

» Parmi les constantes physiques de ce corps, sa chaleur de formation a été obtenue avec précision par M. Berthelot, malgré l'état de dilution où il se trouve en sortant des appareils à effluve ordinaire.

» La préparation d'un mélange très riche en ozone est donc la première condition à remplir pour acquérir des notions nouvelles sur ce corps curieux. Nous avons établi précédemment que la transformation isomérique de l'oxygène soumis à l'effluve électrique obéit à des lois simples et que la proportion d'ozone ne croît que très peu avec la pression pour chaque température, tandis qu'en passant de 20° à — 55° la proportion d'ozone quintuple. Soustrait à l'action des décharges électriques, le mélange d'oxygène et d'ozone cesse d'être un système homogène en équilibre ; malgré cela, le mélange se conserve sans altération appréciable pendant tout le temps qu'on maintient la température constante, si l'on opère au-dessous de 0°. Cette stabilité relative de l'ozone nous a permis de comprimer ce mélange et d'obtenir des tensions d'ozone de plusieurs atmosphères.

» I. Comme il importe de préparer l'ozone destiné à ces essais sous la plus forte tension possible, il faut ozoniser l'oxygène à très basse température. En conséquence, l'oxygène séjourne un quart d'heure dans un appareil à décharges alternatives, dont les tubes concentriques en verre mince sont plongés dans du chlorure de méthyle ; puis, on le fait passer dans l'éprouvette terminée par un tube capillaire de l'appareil Cailletet. Ce réservoir, de 60^{cc} environ, primitivement vide et maintenu à — 23°, ne pouvant se remplir en une fois sous une pression voisine de 760^{mm}, est mis rapidement en communication cinq fois de suite avec l'appareil à effluve, dont la capacité ne peut surpasser 20^{cc}. En une heure et quart, on parvient par ce procédé à remplir l'éprouvette d'un mélange d'oxygène et d'ozone très chargé de ce dernier gaz.

» L'éprouvette est alors retirée du chlorure de méthyle et séparée de l'appareil à effluve par un trait de lime : le gaz qu'elle contient est refoulé avec lenteur par du mercure refroidi à 0° dans le tube capillaire, maintenu à —23°.

» Le mercure, qui transmet la pression de la presse hydraulique, n'appauvrit pas le mélange gazeux aussi vite qu'on pouvait le craindre ; il se forme à la surface du métal un vernis solide qui limite rapidement l'action ; l'échauffement du gaz pendant la compression est plus redoutable. Malgré ces difficultés, on parvient à augmenter la tension de l'ozone dans une forte proportion. Dès les premiers coups de piston, le tube capillaire devient bleu

d'azur; cette coloration s'accentue au fur et à mesure qu'on réduit le volume du gaz; et, si la tension de l'ozone est amenée par la compression à être de plusieurs atmosphères, le gaz est bleu indigo et le ménisque de mercure, vu à travers le gaz, est alors bleu d'acier. La couleur bleue du gaz devient moins intense et le mercure reprend son aspect métallique habituel lorsqu'on diminue la tension de l'ozone.

» II. Le mélange précédent contient assez d'ozone pour qu'on observe un épais brouillard blanc au moment de la détente qui succède à une compression de 75^{atm}. Il n'est donc pas besoin de comprimer l'oxygène ozonisé autant que l'oxygène pur (300^{atm}) pour qu'une brusque détente détermine la formation momentanée d'un brouillard, signe certain d'une liquéfaction ou même d'une solidification. Une étude comparative entre les mélanges d'oxygène et d'ozone et ceux d'oxygène et d'acide carbonique montre que, dans des conditions bien comparables, la détente doit être sensiblement plus forte avec l'ozone qu'avec l'acide carbonique pour que l'on commence à apercevoir un brouillard. L'ozone serait donc un peu moins facile à liquéfier que l'acide carbonique.

» III. Le mélange d'oxygène et d'ozone, contenant un gaz explosif, doit toujours être comprimé avec lenteur et refroidi; car, si l'on ne satisfait pas à ces conditions, l'ozone se décompose avec dégagement de chaleur et de lumière, et l'on a une forte détonation accompagnée d'un éclair jaunâtre. M. Berthelot a établi que la transformation de l'oxygène en ozone absorbe $14^{cal},8$ par équivalent ($O^3 = 24^{gr}$); l'ozone vient donc se placer à côté des gaz explosifs : nos expériences établissent que, comme eux, ce corps est susceptible d'une brusque décomposition.

» IV. On peut aussi observer une partie de ces faits nouveaux en comprimant l'oxygène qui a traversé lentement à la température ordinaire un appareil à effluve; car, si l'on comprime rapidement ce gaz dans un tube capillaire placé dans de l'eau à 25°, on détruit souvent l'ozone avec explosion; mais, si ce même gaz est refroidi à -23°, l'ozone qu'il contient peut être amené à une tension de 10^{atm} et peut être conservé des heures dans ces conditions de température et de pression si le gaz est séparé du mercure par une colonne d'acide sulfurique. On constate alors presque aussi nettement que dans l'expérience précédente, plus difficile à réaliser, que l'ozone est un gaz d'un beau bleu azur : car sa couleur est assez intense, quand on décuple sa densité, pour que nous ayons pu la voir dans un tube de $0^m,001$ de diamètre intérieur, alors que nous opérions dans une salle très peu éclairée du laboratoire de l'École Normale.

» V. Il est donc établi que l'ozone sous une forte tension est un gaz

coloré; mais en est-il de même de l'ozone à la tension de quelques millimètres? La couleur bleue caractérise l'ozone aussi sûrement que son odeur, car pour toutes les tensions on la retrouve en examinant le gaz sous une épaisseur suffisante ([1]). Il suffit, pour la rendre manifeste, d'interposer entre l'œil et une surface blanche un tube de 1^m de long, traversé par le courant d'oxygène qui a passé dans l'appareil à effluve de M. Berthelot. La couleur que possède alors le gaz rappelle la couleur bleue du ciel : ce bleu est plus ou moins foncé suivant que l'oxygène a séjourné plus ou moins longtemps dans l'appareil à effluve et qu'il est, par suite, plus ou moins riche en ozone. Dès qu'on interrompt l'effluve, la coloration bleue disparaît, l'oxygène ozonisé étant remplacé par de l'oxygène pur. »

TRAVAUX PUBLICS. — *Sur la machine à tunnels de Brunton.* Note de M. **Biver**, présentée par M. Delesse.

« La Société des charbonnages des Bouches-du-Rhône, ayant depuis longtemps le projet d'établir une galerie d'écoulement entre les mines de lignite du bassin de Fuveau et la mer, galerie qui doit atteindre près de 15^{km} de longueur, a étudié quel serait le moyen le plus rapide et le plus économique pour exécuter cet important ouvrage. Les machines perforatrices que l'on a employées au mont Cenis, au Saint-Gothard, etc., permettent bien d'aller beaucoup plus vite qu'avec la main d'homme; mais le travail de ces machines se combine, comme le travail à main d'homme, avec l'emploi des explosifs. La machine proposée par M. J. Dickinson Brunton pour le percement du tunnel sous la Manche supprime, au contraire, complètement l'emploi des explosifs; dès lors on pouvait en espérer des avantages, et il était naturel d'en faire l'essai dans les mines du bassin de Fuveau : nous donnerons ici les principaux résultats obtenus.

» *Essais faits à Gardanne.* — Les disques-ciseaux de cette machine sont employés avec succès, dans un certain nombre d'usines, pour raboter ou pour tourner le granit et d'autres pierres dures; par conséquent, on devait réussir à faire un tunnel dans des calcaires, à la condition d'employer une force motrice suffisante. M. Brunton estimait qu'avec 30 chevaux de force on pourrait creuser au moins $0^m,60$ par heure d'un tunnel ayant

---

([1]) Dans une prochaine Note, nous ferons connaître quel rôle ce corps coloré peut ouer dans l'atmosphère et quelle peut être son influence sur les diverses radiations.

$2^{m},20$ de diamètre, ce qui représenterait 3550^{kgm} par mètre cube de roche désagrégée.

» La Société des charbonnages a poursuivi, dans la mine de Gardanne, le creusement d'un tunnel qui avait déjà 800^{m} de long et dans lequel elle devait établir un traînage par chaîne flottante; la machine motrice, placée à 400^{m} du tunnel, était capable de développer 50 à 60 chevaux. On se décida à essayer dans ce tunnel une machine Brunton construite pour le diamètre de $2^{m},20$. La chaîne sans fin avait deux fois 1200^{m} de longueur; elle entourait de deux tours un tambour porté sur un chariot rattaché à la machine Brunton par 40^{m} d'entretoises; ce tambour donnait un mouvement rapide à une poulie portant une corde sans fin métallique, ou câble télédynamique, qui aboutissait à une poulie égale, montée à l'arrière de la machine Brunton. Au commencement, l'arrière de la machine Brunton se trouvait près de la poulie de retour de la chaîne sans fin; à mesure que la machine perforait le tunnel, elle s'éloignait de la poulie, et le tambour, entraîné par la machine, s'en rapprochait; au bout d'un avancement de 40^{m}, le tambour serait venu toucher la poulie de retour, qui aurait dû être reportée à 40^{m} plus loin; dans la partie du tunnel creusée par la machine, la chaîne sans fin aurait été allongée de 80^{m}, puis le travail aurait recommencé.

» Les essais ont d'abord porté sur l'étude de la forme la plus convenable à donner aux outils (ciseaux-disques) pour faire le plus d'avancement possible sans les changer. La durée de ces outils a varié de $0^{m},34$ d'avancement avec la forme primitive à $4^{m},54$ avec la dernière forme employée. Sur ce point, on voit que le succès a été très satisfaisant.

» Les essais ont porté ensuite sur la direction de la machine. Au début du travail, celle-ci, après quelques instants de marche, déviait de sa position normale, ce qui produisait des coincements et des torsions de divers organes. Au bout de quelques décimètres d'avancement, la machine ne pouvait plus fonctionner et il devenait nécessaire de retoucher à la main les parois du tunnel.

» Après avoir muni les pièces principales de moyens de vérification aciles, tels que niveaux à bulle d'air et lunette, on est arrivé à maintenir constamment la machine dans la position normale et à éviter complètement les coincements contre les parois.

» Ces deux points menés à bonne fin, il restait à augmenter l'avancement journalier, qui était loin d'être satisfaisant et qui était cependant le point le plus important. Dans les meilleurs essais, l'avancement a été de 2^{mm} à $2^{mm},8$ par minute ou $0^{m},12$ à $0^{m},17$ par heure de travail effectif, au

lieu de $0^{m},010$ par minute ou $0^{m},60$ par heure que l'on avait espéré obtenir. Il était évident que la force motrice appliquée à la machine était insuffisante; on n'obtenait que 150 à 210 tours de l'arbre moteur, au lieu de 300 tours sur lesquels on avait compté; et il fallait employer les engrenages destinés au travail dans les roches les plus dures. D'autre part, le mode de transmission de la force amenait des dérangements incessants qui rendaient les essais extrêmement pénibles.

» Avant de démonter la machine, on voulut se rendre compte de la force réellement transmise. Des expériences dynamométriques faites sur cette machine, en même temps que des diagrammes étaient relevés sur le cylindre moteur, ont démontré que pour 51 chevaux de force au moteur il n'y avait que $12^{chx},4$ transmis à la machine à tunnels, tandis que $38^{chx},6$ étaient perdus par transmission.

» Ces essais de la machine à creuser les tunnels ont été échelonnés sur ces trois dernières années, et ils ont occasionné une dépense qui s'élève à près de 200000^{fr}. Les résultats obtenus sont nouveaux et de nature à intéresser les ingénieurs. »

ARTS MILITAIRES. — *Lunette à double effet pour le pointage des canons à longues portées.* Note de M. P. DE BROCA, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Cette nouvelle invention, destinée à compléter celle du double guidon de pointage que j'ai déjà fourni à l'artillerie de terre, est basée sur une disposition particulière des longues-vues en usage, qui permet de voir en même temps les objets les plus éloignés sur lesquels on peut avoir à tirer et ceux qui sont très rapprochés de l'œil, tels que la hausse et le guidon des bouches à feu, ainsi que l'objectif de la lunette elle-même. Il en résulte qu'avec cet appareil optique on peut rectifier le pointage comme on le fait à l'œil dans le tir à petite distance, et qu'en outre il n'est besoin d'aucun mécanisme ou installation spéciale pour que l'axe optique soit toujours en relation exacte avec les différentes lignes de mire des canons. On manœuvre la lunette à la main, soit en appuyant l'objectif contre la hausse, soit en la plaçant sur un chevalet en arrière de la culasse, ce qui est la manière la plus commode de s'en servir.

» La vision simultanée des objets éloignés et des objets rapprochés, qui *seule* peut permettre de pointer avec un appareil optique comme on le fait à la vue naturelle, s'obtient par l'emploi d'une demi-lentille convexe

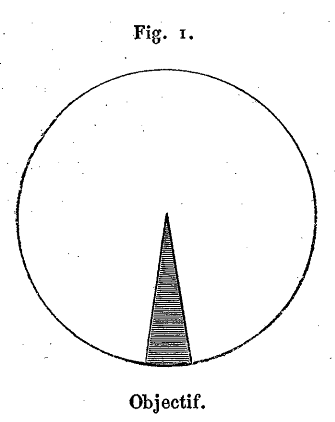
achromatique, coupée exactement au centre, que j'interpose sur le trajet des rayons lumineux, soit entre l'objectif et le quatrième oculaire, soit en avant de la lentille de champ de l'oculaire composé de Campani. Cette demi-lentille supplémentaire, qui doit toujours être à court foyer, peut même, convenablement choisie, être collée sur le verre de champ et donner le résultat indiqué plus haut. Déjà, à l'Observatoire de Paris, on se sert d'un objectif supplémentaire pour voir nettement une marque tracée sur l'objectif des grandes lunettes, afin de pouvoir mesurer l'erreur de l'axe optique produite par la flexion du corps de l'instrument; mais cet objectif est entier et son emploi n'a aucun rapport avec l'observation des objets éloignés. Depuis que j'ai réalisé mon invention, j'ai appris qu'on avait expérimenté dans l'artillerie une lunette qu'on plaçait sur les canons et qui, au moyen d'une lentille supplémentaire qu'on retirait à volonté, permettait de voir *successivement* le guidon de pointage et le but à atteindre. Ici encore la lentille supplémentaire était entière et ne réalisait en aucune façon les avantages produits par la demi-lentille que j'emploie. Les difficultés d'installation de cette lunette sur les pièces, ainsi que la double opération à laquelle il fallait se livrer pour mettre son axe optique parallèle à la ligne de mire, sont sans doute cause qu'elle n'a pas été adoptée. Or, *c'est précisément la faculté qu'a le pointeur de voir en même temps* l'objectif de ma lunette, la hausse et le guidon du canon, ainsi que le but sur lequel il vise, qui fait toute la valeur du nouveau procédé et rendra pratique, dans le tir, l'emploi des longues-vues munies de ce système.

» Ainsi que je l'ai dit, la vision simultanée d'objets situés à des distances très différentes l'une de l'autre résulte entièrement de l'emploi d'une demi-lentille convexe ayant son centre sur l'axe optique de l'instrument et que je place en avant du quatrième oculaire, en la réglant de façon à donner une vue bien nette de l'objectif; mais je dois ajouter, *et j'insiste particulièrement sur ce fait*, qu'il est indispensable que cette demi-lentille soit à court foyer ($0^m,025$ à $0^m,030$ pour les lunettes du genre de celles de la guerre), afin que sa combinaison avec le jeu d'oculaires ne donne que des *images sans grossissement* des objets rapprochés. Sans cela, lorsque cette demi-lentille serait réglée pour la vision bien nette de l'objectif, on n'apercevrait pas distinctement le guidon, ce qui est absolument nécessaire pour obtenir un effet véritablement utile de l'appareil.

» L'objectif de ma lunette a son centre déterminé par le sommet d'un petit triangle de papier noir collé simplement sur sa face plane, et c'est par ce sommet que l'on dirige la visée (*fig.* 1). On remarquera que, dans ce

nouvel instrument, l'axe optique se trouvant déterminé, d'un côté, par la petite ouverture où l'on place l'œil et de l'autre par le centre de l'objectif, le diaphragme qui se trouve au foyer du verre de l'œil de l'oculaire

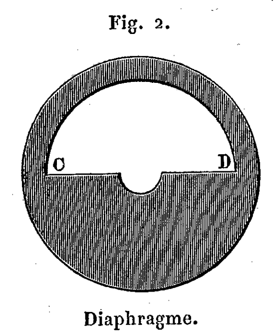
Fig. 1.



Objectif.

composé de Campani doit, dans ma lunette, être couvert sur une de ses moitiés, sauf au centre (*fig.* 2), où se trouve une petite échancrure demi-circulaire, par laquelle on voit les images des objets rapprochés données par la

Fig. 2.



Diaphragme.

demi-lentille objective. Cette échancrure a pour effet de limiter la vue de l'objectif en empêchant l'œil d'apercevoir l'intérieur de l'instrument. Par la partie libre du diaphragme on voit les objets éloignés, et par la petite échancrure le centre de l'objectif, la hausse et le double guidon de pointage. Le contact des images de ces différents objets se fait au centre du diamètre CD. La demi-lentille objective, étant placée dans une monture indépendante des oculaires, il n'y a qu'à l'enlever, ainsi que le diaphragme à demi couvert, pour avoir à sa disposition une lunette ordinaire. Toutes les bonnes longues-vues bien centrées peuvent donc, avec une dépense insignifiante, être transformées en instruments de pointage pour les canons. Dans les lu-

nettes directes, lorsque la demi-lentille destinée à montrer les objets rapprochés est collée sur le verre de champ de l'oculaire, il est nécessaire, pour éviter la confusion des différentes images, de couvrir à moitié le petit diaphragme qui se trouve au foyer du quatrième oculaire; mais alors il n'y a point à modifier le diaphragme placé au foyer de la lentille de l'œil. En terminant, j'ajouterai qu'avec un objectif et une seule lentille oculaire achromatique, centrée exactement au centre, avec les bords bien exempts d'éraillures, il est possible d'établir des lunettes dans le genre des lunettes astronomiques, qui, tout en donnant des images renversées des objets éloignés, permettent néanmoins de voir les guidons des canons dans leur position naturelle. Tous ces divers instruments, en raison de la facilité avec laquelle on peut diriger exactement la visée par leur axe optique, pourraient probablement recevoir d'utiles applications dans les opérations de nivellement ou dans les travaux géodésiques. »

M. F. Garcin adresse une Note sur les pertes en fabrication dans l'industrie du vinaigre. (Extrait.)

« Les pertes en fabrication par les procédés allemands sont dues en partie à l'évaporation, et en majeure partie à la combustion de l'acide acétique par le *mycoderma*. Cette combustion peut être prouvée par la proportion d'acide carbonique existant dans les produits de la ventilation des appareils.

» Les procédés allemands ne peuvent supporter la perte considérable à laquelle ils donnent lieu qu'à cause du bon marché relatif des mélanges d'eau et d'alcool par rapport au vin.

» En s'appuyant sur les travaux de M. Pasteur, on peut appliquer son procédé aux alcools mouillés et éviter ainsi deux tiers ou trois quarts de la perte, tout en n'employant que les matières premières de plus bas prix. »

M. Poupard adresse une Note relative au traitement des arbres fruitiers atteints par la gelée dans l'hiver de 1879-1880.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 SEPTEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la non-récidive de l'affection charbonneuse;* par M. **Pasteur**, avec la collaboration de M. **Chamberland**.

« J'ai été chargé par M. le Ministre de l'Agriculture et par le Comité des épizooties de porter un jugement sur la valeur d'un procédé de guérison du charbon des vaches, imaginé par un habile vétérinaire du Jura, M. Louvrier. M. Chamberland a bien voulu s'adjoindre à moi pour ces recherches et c'est en mon nom et au sien que j'en communique à l'Académie les résultats.

» Le procédé de M. Louvrier a été décrit dans le *Recueil de Médecine vétérinaire* de notre confrère M. Bouley.

» L'auteur s'efforce de maintenir l'animal à une température élevée par des frictions, par des incisions à la peau dans lesquelles il introduit un liniment à la térébenthine, enfin en recouvrant l'animal, la tête exceptée, d'une couche épaisse de $0^{m},20$ de regain, préalablement humecté de vinaigre chaud, qu'on retient par un drap qui enveloppe tout le corps.

» Le 14 juillet 1879, nous avons inoculé à deux vaches cinq gouttes d'une culture du parasite charbonneux derrière l'épaule droite. Nous désignerons ces vaches par les lettres M et O. Dès le lendemain un œdème

sensible se manifeste sur les deux vaches, moins étendu sur la vache M que sur sa voisine. Le 16 juillet, l'œdème de M paraît déjà diminué; celui de O n'a fait que s'accroître et il descend même sous le ventre ([1]). La vache est très malade, très faible sur les jambes de derrière, qu'elle écarte comme pour ne pas tomber. La température de cette vache, qui était au début de 38°,8, est montée à 41°,5. C'est alors que M. Louvrier commence à lui appliquer sa méthode de traitement le 16, à 9h du soir.

» Le 17 juillet, la vache M va bien. Sa température, qui ne s'est pas élevée, est toujours la température du début. La vache O est très malade; les ganglions près de la cuisse sont durs, très engorgés.

» Le 18 juillet, la vache M n'a plus d'œdème. Elle est guérie et n'a jamais été sensiblement atteinte. C'est évidemment une vache qui était naturellement réfractaire au charbon. La vache O, au contraire, est toujours malade, avec un énorme œdème sous le ventre et les ganglions de la cuisse droite durs et douloureux. Sa température est cependant descendue à 39°,7. Le 19 et le 20 juillet, la vache O paraît aller mieux. Le 21 juillet, sa température est de 39°, quoique l'œdème sous le ventre, devenu fluctuant, soit toujours considérable.

» A partir du 22 juillet, la température de cette vache est normale; l'œdème diminue et se résorbe. La guérison devient peu à peu complète.

» La vache M s'étant montrée réfractaire et témoin infidèle, on essaye de suppléer à ce terme de comparaison, qui fait défaut, en réinoculant cette vache M à la place précédemment indiquée et une nouvelle vache P qui n'a pas encore servi. On emploie cette fois dix gouttes de culture du parasite charbonneux au lieu de cinq. C'était le 4 août. Les jours suivants, la vache M n'a pas changé de température et n'a pas offert d'œdème. La nouvelle vache inoculée P présente un œdème dès le lendemain, et sa température a passé de 38°,8 à 39°,3. Le 8 août, elle marque 41°,2; l'œdème s'est étendu, et les ganglions de la cuisse droite, du côté inoculé, sont enflammés.

([1]) Notons, en passant, le fait des tumeurs, des œdèmes chez les vaches inoculées. Dans les cas de charbon *spontané* chez les vaches, rien n'est plus rare que la présence des tumeurs symptomatiques. C'est que, suivant les conclusions de mon Rapport du 17 septembre 1878, au Ministre de l'Agriculture, le charbon *spontané* s'inocule par les voies digestives. Dans les cas rares de tumeurs charbonneuses, il doit y avoir eu inoculation directe, par exemple par des mouches piquantes dont le dard vient de puiser le charbon sur un cadavre charbonneux, par la morsure d'un chien de berger qui a dévoré des chairs charbonneuses, etc. M. Boutet m'a dit un jour : « Sur cent vaches charbonneuses, il n'y en a pas une avec tumeur. »

» Le 9 août, on note 41°,5. L'œdème est descendu sous le ventre; il est de plus en plus volumineux. La vache est fort triste et très malade.

» A partir du 10 août, la température commence à baisser. Le 13, elle est de 39°,5. Le 14, elle est de 38°,3. La vache est guérie.

» Je répète que cette vache n'a pas été traitée, parce qu'elle était destinée à servir de témoin pour la vache O qui avait subi les remèdes Louvrier.

» En résumé, une vache traitée par M. Louvrier a guéri, et une vache non traitée a guéri également. Une troisième vache s'est montrée naturellement réfractaire au charbon.

» Ces expériences ne permettent donc pas de porter un jugement sur l'efficacité du remède dont nous avions à juger la valeur pratique. Nous résolûmes de les recommencer; mais, nos travaux nous rappelant à Paris, nous donnâmes rendez-vous à M. Louvrier, dans le Jura, pour l'époque des vacances de 1880. Je vais faire connaître les résultats de ces nouvelles expériences; mais, auparavant, que l'Académie me permette de l'entretenir du sujet principal de cette Note, de la question de la récidive ou de la non-récidive du charbon, dont la solution s'offrait naturellement à nous.

» Nous venons de constater que des vaches auxquelles on a donné le charbon par inoculation et qui en ont subi les effets de la manière la plus grave peuvent se guérir spontanément. Telles sont les vaches O et P, qui ont eu des tumeurs douloureuses énormes, des élévations de température considérables, et qui ont été, à un moment, si malades, qu'elles pouvaient à peine se tenir sur leurs jambes. Nous avons voulu savoir si ces vaches pouvaient reprendre la maladie. Dans l'espoir que du sang charbonneux frais serait plus actif peut-être que les cultures de bactéridies, précédemment employées, nous avons, le 15 août 1879, réinoculé la vache O, très bien guérie, avec du sang charbonneux pris à un cochon d'Inde qui venait de mourir, le sang rempli de bactéridies. On essaye également l'effet de ce sang sur la vache M, qui jusque-là avait résisté à deux inoculations de cultures très chargées du parasite.

» Le 16, rien d'apparent dans la région des inoculations.

» Le 18, léger œdème aux deux vaches, sans élévation de température.

» Le 19, pas d'aggravation.

» Le 20, les œdèmes, toujours très faibles, diminuent; la température est normale.

» Ce jour, nouvelle inoculation à chacune des deux vaches par dix gouttes d'un liquide de culture de bactéridies. Les jours suivants, rien de visible aux points inoculés et pas d'élévation de température.

» Ces faits, et particulièrement ceux qui concernent la vache O, qui avait été une première fois malade, avec un œdème considérable et une température élevée de 3°, démontrent qu'une première atteinte de la maladie préserve l'animal d'atteintes ultérieures. Le charbon ne récidiverait pas. On peut présumer en outre qu'une récidive, si elle a lieu, est de moins en moins accusée.

» Je passe aux résultats de notre étude récente en 1880.

» Le 6 août 1880, à 11^h du matin, on inocule quatre vaches A, B, C, D par cinq gouttes d'une culture du parasite charbonneux. Leurs températures sont comprises entre 38°,5 et 39° au moment de l'inoculation. On décide que les vaches A et B seront livrées à M. Louvrier, qui leur appliquera sa méthode de traitement dans l'écurie même où se trouvent les quatre vaches. Les vaches C et D seront conservées comme témoins.

» Le 10 août, à 2^h du matin, c'est-à-dire quatre jours après l'inoculation, les vaches B et D meurent charbonneuses, après avoir eu de fortes tumeurs et une grande élévation de température.

» B est une des deux vaches auxquelles M. Louvrier a appliqué sa méthode de traitement; D est une des vaches non traitées. Quant aux deux autres, la vache A, traitée par M. Louvrier, s'est guérie, mais également la vache C, non traitée, et toutes deux ont manifesté des symptômes morbides fort accusés jusqu'au 12 août, jour à partir duquel la température a commencé à diminuer, les ganglions à être moins douloureux et les œdèmes à se résorber, après avoir été énormes, pendants sous le ventre, contenant certainement, disait M. Louvrier, plusieurs litres de sérosité [1].

---

[1] *Détail des observations de la maladie des deux vaches* A *et* C :

7 août. Vache A, léger œdème, 39°.
» Vache C, pas d'œdème, 38°,7.
8 août. Vache A, œdème, 41°,1.
» Vache C, pas d'œdème, 38°,6.
9 août. Vache A, œdème descend sous le ventre, 41°,5. Le traitement pour cette vache commence à 9^h du soir.
» Vache C, léger œdème, 38°,6.
10 août. Vache A, œdème considérable, ganglions gros et sensibles, 41°.
» Vache C, gros œdème sous le ventre, ganglions engorgés, 39°.
11 août. Vache A, température 41°,0.
» Vache C, » 41°,5.
12 août. Vache A, » 40°,5.
» Vache C, » 41°,5.

Puis, les jours suivants, les températures vont en décroissant assez rapidement.

» En résumé, nouvelle impossibilité de rien conclure touchant l'efficacité du remède Louvrier, puisque des deux vaches qu'il a traitées une est morte, que l'autre a guéri, et que des deux témoins une est également morte et que la seconde également a guéri.

» Il n'est pas inutile de faire la remarque que, si les vaches A, B, C, D avaient été distribuées différemment, que les vaches A et C eussent été confiées à M. Louvrier, et que B et D eussent servi de témoins, on aurait eu l'illusion de croire que le remède avait été souverain, puisqu'il aurait guéri deux fois sur quatre et que les deux vaches témoins seraient mortes. Il ne faut jamais oublier que, dans certaines questions, la méthode expérimentale peut être sujette à ces dangereux hasards.

» Laissons donc sans jugement la valeur du remède Louvrier, et essayons de soumettre de nouveau à une épreuve expérimentale le problème théoriquement si important de la récidive du charbon.

» Le 15 septembre 1880, les deux vaches guéries A et C, qui ont été fort malades, comme on vient de le voir, à la suite des premières inoculations charbonneuses du 6 août, sont réinoculées du côté gauche, c'est-à-dire *du côté opposé aux premières inoculations*. On se sert de cinq gouttes d'une culture de bactéridies du charbon, bactéridies provenant d'une vache charbonneuse et non d'un mouton, car nous avons reconnu qu'entre ces deux sortes de bactéridies il existe une différence sur laquelle nous reviendrons.

» Les jours suivants, pas d'œdème sensible ni sur l'une ni sur l'autre vache, et pas d'élévation de température. La question est donc éclaircie : le charbon ne récidive pas, et si l'on se rappelle que dans une Note récente (12 juillet 1880) nous avons signalé que, en 1878, dans nos expériences de Saint-Germain, près de Chartres, sur un des champs de la ferme de M. Maunoury, sept moutons sur huit qui avaient été malades à la suite de repas souillés de cultures charbonneuses ont résisté à des inoculations directes du sang charbonneux, même à haute dose, on peut dire que le fait de la non-récidive s'applique aux moutons de races françaises comme aux vaches [1].

---

[1] Sur sept vaches auxquelles nous avons communiqué le charbon par inoculation directe, deux seulement ont péri. N'en soyons pas surpris. Dans les expériences faites de 1850 à 1852 par l'*Association médicale de Chartres* dans le but de résoudre la question de l'inoculation possible du charbon aux divers animaux, sur vingt vaches inoculées, une seule a péri. La vache est bien plus réfractaire au charbon inoculé que le mouton. Elle en

» Par mes Communications sur le choléra des poules (9 février et 26 avril 1880), nous connaissions une maladie virulente parasitaire qui est susceptible de ne pas récidiver. Nous en avons maintenant un second exemple dans l'affection charbonneuse. Nous savons également que, dans le charbon comme dans le choléra, des inoculations qui ne tuent pas sont préventives, et qu'enfin, de même que dans le choléra, on peut sans doute prévenir à tous les degrés.

» L'importance de ces résultats ne saurait échapper à personne, car la pathologie humaine nous en offre d'analogues, et ils tendent une fois de plus à rapprocher les maladies virulentes à parasites microscopiques des maladies virulentes dont la cause étiologique est encore inconnue. Rappelons que la non-récidive est, au moins pour un temps plus ou moins long, un caractère habituel des maladies virulentes proprement dites, et j'ai eu soin de faire remarquer antérieurement que les faits d'observation de vaccine humaine permettaient de conclure qu'on pouvait être vacciné à divers degrés et que peut-être on l'était rarement au maximum.

» Et maintenant rapprochons des observations précédentes le fait que M. Chauveau vient de constater sur des moutons algériens dans une suite de Notes très intéressantes. Après avoir démontré que la race des moutons algériens est moins apte à prendre le charbon que les moutons des races françaises (8 septembre 1879 et 14 et 28 juin 1880), l'éminent directeur de l'École vétérinaire de Lyon a fait voir que cette immunité devient plus marquée à la suite d'une première inoculation, quand celle-ci n'a pas entraîné la mort (19 juillet 1880). M. Chauveau est porté à croire que l'im-

---

est malade le plus souvent, mais elle guérit facilement. Sur quarante-sept moutons inoculés directement par l'*Association médicale de Chartres*, trente-cinq sont morts, douze ont survécu (voir le Rapport de M. Boutet, de 1852). Par les motifs indiqués dans la Note du 12 juillet que je viens de rappeler, on doit pouvoir rencontrer des moutons réfractaires au charbon dans les pays où l'affection est enzootique; mais il est sensible que les vaches jouissent d'une immunité constitutionnelle relative. Il peut également s'en trouver qui soient réfractaires à la suite d'inoculations *spontanées*.

Je dois faire ici un *erratum* à ma Note du 12 juillet 1880. Il est dit dans cette Note p. 87, ligne 36, du compte rendu : *Les spores, dans ce cas, se retrouvent dans les excréments des cobayes et également dans les excréments des moutons.* Cela va au delà des faits que nous avons constatés. Nous avons reconnu seulement que les excréments des cobayes et des moutons peuvent donner le charbon ; mais les spores charbonneuses ingérées y sont-elles *intactes* ou s'y sont-elles *développées* en partie? C'est ce que nous ignorons. Nous le rechercherons.

munité relative des moutons algériens et son renforcement par inoculation préalable « sont dus à des matières nuisibles à la prolifération de la « bactéridie », et, fort de cette opinion qui n'est pourtant qu'une vue préconçue sans appui dans l'expérience, M. Chauveau croit trouver dans les faits qu'il a observés une objection à l'explication que j'ai proposée de la non-récidive du *choléra des poules* et des maladies virulentes. Je ne puis me ranger à sa manière de voir, qui a déjà mis en défaut la sagacité de notre savant confrère M. Bouley. L'immunité relative des moutons algériens me paraît être, comme tous les faits du même ordre, un effet de constitution, de résistance vitale. Celle-ci s'oppose à la prolifération de la bactéridie, comme celle de la poule non refroidie s'y oppose, comme chez la poule encore cette même résistance vitale s'oppose à la prolifération mortelle des virus atténués du choléra des poules... Pas n'est besoin, comme le pense M. Chauveau, d'invoquer l'existence de matières nuisibles à la vie de la bactéridie. Certes, pour la poule, ce n'est pas vraisemblablement une matière nuisible à la vie de la bactéridie qui empêche celle-ci de proliférer, puisqu'il suffit de refroidir la poule pour qu'elle devienne charbonneuse. Et quant au fait du renforcement de l'immunité par de premières inoculations, ne se confond-il pas avec le fait de la non-récidive de l'affection charbonneuse et ne s'explique-t-il pas par la stérilité qu'amènent plus ou moins à leur suite dans un même milieu une ou plusieurs cultures successives d'un organisme microscopique. Loin de voir avec M. Chauveau, dans les faits relatifs aux moutons de l'Algérie, une objection à la théorie de la non-récidive des maladies virulentes, telle que je l'ai exposée dans mes Communications sur le choléra des poules, ils me paraissent en être une confirmation, car ces faits sont exactement du même ordre que ceux qui, à la suite de mes études sur le choléra des poules, ont provoqué ma manière de voir. Je n'abandonnerai pas facilement cette théorie de la non-récidive des maladies virulentes; elle repose sur des observations qui lui sont pour ainsi dire adéquates, et elle satisfait l'esprit dans une question qui défiait jusqu'à l'hypothèse. Quel mystère, en effet, que celui de la non-récidive d'une maladie virulente! Et combien plus ce mystère s'est accru lorsqu'il fut démontré que la non-récidive s'appliquait également à une maladie virulente parasitaire, le choléra des poules! Tant que la théorie que j'ai proposée de la non-récidive rendra compte des faits acquis, et, suivant moi, elle a toujours cette vertu, notamment de par les observations mêmes de M. Chauveau, qu'elle eût pu prévoir et qu'elle a peut-être provoquées à l'insu de leur auteur, il sera sage, ainsi

que je le disais récemment dans une Lettre à M. Dumas (*Comptes rendus*, séance du 9 août), de conserver et de tenter de fortifier cette théorie. Dans tous les cas, ces tentatives seules pourront devenir le critérium de son triomphe ou de sa faiblesse. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les résultats obtenus par M. Roudaire dans son exploration des chotts tunisiens et algériens*. Note de M. DE LESSEPS.

« J'ai déjà annoncé le retour en France de M. le commandant d'état-major Roudaire, qui venait d'achever sur les lieux les études complémentaires indiquées par la Commission de l'Académie des Sciences au sujet du remplissage par la mer des chotts tunisiens et algériens.

» M. Roudaire, après avoir réuni dans un travail consciencieux les résultats de toutes ses opérations, exécutées avec l'aide de praticiens habiles, a dû passer plusieurs mois pour les coordonner et rédiger son Rapport au Ministre de l'Instruction publique.

» Ce Rapport est terminé; l'Académie des Sciences en recevra communication, et alors la Commission pourra se réunir pour le juger.

» Les conclusions du commandant Roudaire sont complètement favorables à la facilité du remplissage des bassins situés entre le golfe de Gabès et la ligne projetée du chemin de fer de Biskra à Tuggurt. Ces bassins pourront créer utilement une mer intérieure de 400^{km} de longueur et de 1600^{km} de circonférence. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Manomètre à tension de vapeur pour analyser les liquides et mesurer les pressions.* Note de M. L. PERRIER, présentée par M. Wurtz.

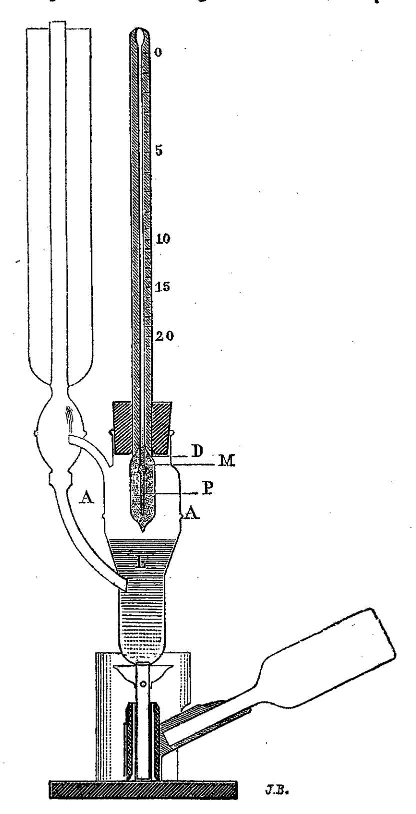
(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

« Ce manomètre est basé sur les lois qui régissent les tensions des vapeurs.

» Il se compose d'un tube effilé à sa partie inférieure. La pointe inférieure P plonge jusque vers le fond d'une petite cuvette soudée au tube au point D. Cette cuvette est remplie de mercure jusqu'au niveau M. Au-

dessus du mercure se trouvent emprisonnées quelques gouttes d'un liquide volatil; ce liquide varie suivant le but qu'on se propose d'atteindre.

» Ce manomètre ayant été tout d'abord appliqué à l'alcoométrie, son fonctionnement sera plus facilement démontré par la description de l'appareil destiné à peser les liquides alcooliques. Cet alcoomètre détermine la richesse alcoolique d'un liquide en comparant la tension des vapeurs de ce dernier avec la tension des vapeurs du liquide contenu dans la cuvette du manomètre.



» Une coupe de l'appareil montre le liquide à doser L enfermé dans la petite chaudière A. Une lampe porte ce liquide à l'ébullition; la tension de sa vapeur est alors égale à la pression barométrique. La cuvette du manomètre plongée dans ces vapeurs équilibre avec elles sa température.

» En désignant par T la tension de L, on peut formuler $T = P$ (P désignant la pression barométrique).

» Le liquide du manomètre (la constante) doit toujours émettre des vapeurs ayant une plus grande tension que les liquides à déterminer.

» L'équilibre de température établi, les vapeurs de la constante se distendent, forcent le mercure à monter dans la colonne du manomètre, et leur tension a pour mesure la colonne mercurielle soulevée, plus la pression atmosphérique qui pèse sur cette colonne.

» En appelant cette tension T', on peut formuler $T' = P + h$, h désignant la hauteur de la colonne mercurielle soulevée.

» Dans ces deux équations

$$T = P,$$
$$T' = P + h,$$

P et P sont toujours, pour chaque cas particulier, d'une valeur identique; on n'a donc pas à en tenir compte.

» Si par une expérimentation préalable la valeur de h est déterminée pour chaque combinaison alcoolique, on peut graduer la tige du manomètre de telle sorte que, étant donnée plus tard une combinaison alcoolique inconnue, on la déduira de la valeur de h.

» La déduction sera directe; il n'y aura à tenir compte ni des pressions ni des températures; chaque liquide, mélange ou combinaison de liquide s'accusera par la comparaison des tensions de ses vapeurs.

» En opérant de la même façon et variant la constante, on peut déterminer de nombreux liquides.

» Un appareil destiné à comparer des tensions de vapeur est forcément d'une grande sensibilité; c'est surtout la transmission du calorique qu'il est important de régler. Dans ce but, j'ai construit une lampe à double courant d'air et à niveau constant. La chaudière se fixe dans un tube E concentrique à la lampe; il en résulte que le foyer et les points chauffés sont toujours dans une position identique.

» La transmission du calorique n'est pas directe et se fait soit par une couche d'air chaud occupant l'espace annulaire, soit par la conductibilité des tubes métalliques.

» Un petit cône métallique contre lequel vient se briser la flamme ne permet pas à celle-ci d'intéresser directement les parois de la chaudière.

» Le réfrigérant peut varier de capacité et de forme selon que l'on veut obtenir un point fixe d'une durée plus ou moins longue ou que l'on veut se baser sur le moment précis durant lequel les vapeurs sortant de ce réfrigérant équilibrent juste la pression atmosphérique. Dans ce cas, un petit indicateur en verre surmonté d'un miroir métallique décèle la buée qui vient s'y condenser.

» Ce manomètre peut apporter dans la mesure des tensions une extrême sensibilité. S'il était nécessaire, on pourrait remplacer par un liquide fixe, d'une densité de beaucoup inférieure, le mercure de la cuvette; la colonne indicatrice présenterait alors des différences de niveau inversement proportionnelles à la densité des liquides. »

M. E. **Clément** soumet au jugement de l'Académie des Tables de l'état civil de Valenciennes et plusieurs Tableaux généalogiques.

(Renvoi à la Commission des prix de Statistique.)

M. Ch. **Brame** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. Yvon Villarceau, une Note intitulée « Cristallogénie : soufre, phosphore ».

Cette Note sera renvoyée à l'examen de la Section de Physique, ainsi que le travail dont M. Brame a donné lecture dans la séance du 23 août.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété de la fonction de Poisson et sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. **Ph. Gilbert**.

« I. Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n, p_1, p_2, \ldots, p_n$, $2n$ variables quelconques, entre lesquelles existent m équations

$$(1)\qquad F_1 = 0, \quad F_2 = 0, \quad \ldots, \quad F_m = 0,$$

d'où l'on tire les valeurs de m quantités $p_1, p_2, \ldots, p_m$ en fonction des autres, sous la forme

$$(2)\qquad p_1 = \lambda_1(x_1, \ldots, x_n, p_{m+1}, \ldots, p_n), \quad p_2 = \lambda_2, \quad \ldots, \quad p_m = \lambda_m.$$

» Désignons par Δ le déterminant fonctionnel

$$\begin{vmatrix} \frac{dF_1}{dp_1} & \frac{dF_2}{dp_1} & \cdots & \frac{dF_m}{dp_1} \\ \frac{dF_1}{dp_2} & \frac{dF_2}{dp_2} & \cdots & \frac{dF_m}{dp_2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{dF_1}{dp_m} & \frac{dF_2}{dp_m} & \cdots & \frac{dF_m}{dp_m} \end{vmatrix} = D\left(\frac{F_1, F_2, \ldots, F_m}{p_1, p_2, \ldots, p_m}\right),$$

et par Δ_{ik}^{rs} le mineur de ce déterminant résultant de la suppression des colonnes de rang r et s et des lignes de rang i et k.

» La propriété dont il s'agit consiste en ce que l'on a, pour deux indices quelconques i et k pris dans la suite $1, 2, \ldots, m$, l'égalité

$$(3)\qquad (p_i - \lambda_i, p_k - \lambda_k) = \frac{(-1)^{i+k}}{\Delta} \mathop{\mathrm{S}}_{r,s} (-1)^{r+s} \Delta_{ik}^{rs} (F_r, F_s),$$

(φ, ψ) désignant comme d'habitude la fonction de Poisson formée avec deux fonctions φ et ψ des $2n$ variables, et $\mathop{\mathrm{S}}\limits_{r,s}$ une somme qui s'étend à toutes les combinaisons deux à deux des indices r et s pris dans la suite $1, 2, \ldots, m$.

» Pour démontrer ce théorème, soit u l'une quelconque des variables $x_1, \ldots, x_n, p_{m+1}, \ldots, p_n$; différentions, par rapport à u, les équations (1), ce qui donnera

$$(4)\qquad \begin{cases} \dfrac{dF_1}{du} + \dfrac{dF_1}{dp_1}\dfrac{dp_1}{du} + \ldots + \dfrac{dF_1}{dp_m}\dfrac{dp_m}{du} = 0, \\ \dfrac{dF_2}{du} + \dfrac{dF_2}{dp_1}\dfrac{dp_1}{du} + \ldots + \dfrac{dF_2}{dp_m}\dfrac{dp_m}{du} = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \dfrac{dF_m}{du} + \dfrac{dF_m}{dp_1}\dfrac{dp_1}{du} + \ldots + \dfrac{dF_m}{dp_m}\dfrac{dp_m}{du} = 0, \end{cases}$$

et par suite

$$(5)\qquad \frac{dp_1}{du} = -\frac{1}{\Delta} D\left(\frac{F_1, F_2, \ldots, F_m}{u, p_2, \ldots, p_m}\right), \quad \frac{dp_2}{du} = -\frac{1}{\Delta} D\left(\frac{F_1, F_2, \ldots, F_m}{p_1, u, \ldots, p_m}\right), \quad \ldots$$

» Prenons deux quelconques des équations (4); soient F_r, F_s les fonctions F qui y figurent; faisons $u = x_j$, j étant l'un des nombres $1, 2, \ldots, n$, et ajoutons ces deux équations multipliées respectivement par $\dfrac{dF_s}{dp_j}$, $-\dfrac{dF_r}{dp_j}$. Nous aurons, comme on le voit sans peine,

$$(6)\qquad D\left(\frac{F_r, F_s}{x_j, p_j}\right) + D\left(\frac{F_r, F_s}{p_1, p_j}\right)\frac{dp_1}{dx_j} + D\left(\frac{F_r, F_s}{p_2, p_j}\right)\frac{dp_2}{dx_j} + \ldots + D\left(\frac{F_r, F_s}{p_m, p_j}\right)\frac{dp_m}{dx_j} = 0.$$

Multiplions toute l'équation par $(-1)^\mu \Delta_{1,2}^{rs}$, μ désignant, pour abréger, la somme $1 + 2 + r + s$, et faisons la somme des équations semblables obtenues en attribuant à r et à s toutes les valeurs comprises dans la suite 1,

2, ..., m. Il viendra

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &\mathop{\mathrm{S}}_{r,s}(-1)^{\mu}\Delta^{rs}_{1,2}\,\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_r,\mathrm{F}_s}{x_j,p_j}\right)+\frac{dp_1}{dx_j}\mathop{\mathrm{S}}_{r,s}(-1)^{\mu}\Delta^{rs}_{1,2}\,\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_r,\mathrm{F}_s}{p_1,p_j}\right)\\ &\quad+\frac{dp_2}{dx_j}\mathop{\mathrm{S}}_{r,s}(-1)^{\mu}\Delta^{rs}_{1,2}\,\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_r,\mathrm{F}_s}{p_2,p_j}\right)+\cdots+\frac{dp_m}{dx_j}\mathop{\mathrm{S}}_{r,s}(-1)^{\mu}\Delta^{rs}_{1,2}\,\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_r,\mathrm{F}_s}{p_m,p_j}\right)=0.\end{aligned}\right.$$

» Si l'on observe maintenant que, d'après la loi de formation des déterminants, on a

$$\Delta=\mathop{\mathrm{S}}_{r,s}(-1)^{\mu}\Delta^{rs}_{1,2}\,\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_r,\mathrm{F}_s}{p_1,p_2}\right),$$

on voit aussitôt que les coefficients de $\frac{dp_1}{dx_j}$ et de $\frac{dp_2}{dx_j}$, dans l'équation (7), peuvent s'écrire

$$\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_1,\mathrm{F}_2,\ldots,\mathrm{F}_m}{p_1,p_j,\ldots,p_m}\right),\qquad -\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_1,\mathrm{F}_2,\ldots,\mathrm{F}_m}{p_j,p_2,\ldots,p_m}\right),$$

et que les coefficients des dérivées suivantes s'annulent comme déterminants ayant deux lignes identiques. Faisant successivement, dans l'équation réduite, $j=1, 2, \ldots, n$, et ajoutant, nous aurons, d'après la définition de la fonction de Poisson,

$$\mathop{\mathrm{S}}_{r,s}(-1)^{\mu}\Delta^{rs}_{1,2}(\mathrm{F}_r,\mathrm{F}_s)+\sum_{j=1}^{j=n}\left[\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_1,\mathrm{F}_2,\ldots,\mathrm{F}_m}{p_1,p_j,\ldots,p_m}\right)\frac{dp_1}{dx_j}-\mathrm{D}\left(\frac{\mathrm{F}_1,\mathrm{F}_2,\ldots,\mathrm{F}_m}{p_j,p_2,\ldots,p_m}\right)\frac{dp_2}{dx_j}\right]=0.$$

Or le coefficient de $\frac{dp_1}{dx_j}$ est nul pour $j=1, 3, \ldots, m$ et égal à Δ pour $j=2$; celui de $\frac{dp_2}{dx_j}$ est nul pour $j=2, 3, \ldots, m$ et égale Δ pour $j=1$. Pour les autres valeurs $j=m+1, \ldots, n$, les valeurs de ces coefficients se déduisent de (5) par $u=p_j$ et sont respectivement

$$-\Delta\frac{dp_2}{dp_j},\qquad -\Delta\frac{dp_1}{dp_j}.$$

Substituant, observant d'ailleurs que les fonctions p_1 et p_2 qui figurent ici ne sont autre chose que les fonctions λ_1 et λ_2 des équations (2), on aura enfin

$$\mathop{\mathrm{S}}_{r,s}(-1)^{\mu}\Delta^{rs}_{1,2}(\mathrm{F}_r,\mathrm{F}_s)+\Delta\left[\frac{d\lambda_1}{dx_2}-\frac{d\lambda_2}{dx_1}-\sum_{j=m+1}^{j=n}\left(\frac{d\lambda_1}{dx_j}\frac{d\lambda_2}{dp_j}-\frac{d\lambda_1}{dp_j}\frac{d\lambda_2}{dx_j}\right)\right]=0.$$

Mais la quantité entre crochets n'est autre chose, comme on sait, que $-(p_1-\lambda_1, p_2-\lambda_2)$; l'équation peut donc s'écrire

$$(p_1-\lambda_1, p_2-\lambda_2)=\frac{(-1)^{1+2}}{\Delta}\mathop{\mathrm{S}}_{r,s}(-1)^{r+s}\Delta_{1,2}^{rs}(\mathrm{F}_r, \mathrm{F}_s).$$

D'ailleurs, au lieu des fonctions λ_1 et λ_2, on peut évidemment prendre deux autres fonctions λ_i et λ_k; le raisonnement est le même et l'équation (3) est démontrée. Il est clair qu'elle subsiste intégralement quand les seconds membres des équations (1), au lieu d'être nuls, sont des constantes quelconques, puisque les dérivées partielles des fonctions F n'en sont nullement modifiées.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai les conséquences importantes de ce théorème pour l'intégration des équations aux dérivées partielles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des Sinus des ordres supérieurs.* Extrait d'une Lettre de M. J. FARKAS à M. Yvon Villarceau.

« I. La fonction $\varphi_\lambda(x+y)$ peut être développée évidemment, pour toutes valeurs de x et y, en une série entière des deux variables. Le théorème de Taylor nous fournit donc

$$(1)\qquad \varphi_\lambda(x+y)=\varphi_\lambda(y)+\frac{x}{1}\varphi_{\lambda-1}(y)+\frac{x^2}{1.2}\varphi_{\lambda-2}(y)+\ldots.$$

Ordonnons cette série de la manière suivante :

$$\varphi_\lambda(x+y)=\sum_{\mu=0}^{\mu=m-1}\left[\frac{x^\mu}{\mu!}\varphi_{\lambda-\mu}(y)+\frac{x^{\mu+m}}{(\mu+m)!}\varphi_{\lambda-\mu-m}(y)\right.$$
$$\left.+\frac{x^{\mu+2m}}{(\mu+2m)!}\varphi_{\lambda-\mu-2m}(y)+\ldots\right].$$

Comme

$$\varphi_{\lambda-\mu-km}(y)=(\pm 1)^k\varphi_{\lambda-\mu}(y),$$

où le signe supérieur ou l'inférieur est valable suivant que φ désigne le

genre hyperbolique ou elliptique, nous aurons

$$\varphi_\lambda(x+y) = \sum_{\mu=0}^{\mu=m-1} \varphi_{\lambda-\mu}(y)\left[\frac{x}{\mu!} \pm \frac{x^{\mu+m}}{(\mu+m)!} + \frac{x^{\mu+2m}}{(\mu+2m)!} \pm \ldots\right]$$
$$= \sum_{\mu=0}^{\mu=m-1} \varphi_{\lambda-\mu}(y)\,\varphi_\mu(x),$$

c'est-à-dire la formule fondamentale d'addition des arguments : déduction très simple, sur laquelle celle que vous avez donnée (t. LXXXVI, n° 19) a l'avantage d'être immédiate.

» II. Dans un journal hongrois (*Journal polytechnique*, 1866), M. J. König a proposé la question :

» *Etant donnée la valeur* $f(x)$ *de la série* $a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots$, *comment peut-on exprimer au moyen de la fonction* $f(x)$ *la série*

$$a_\mu x^\mu + a_{\mu+m} x^{\mu+m} + a_{\mu+2m} x^{\mu+2m} + \ldots$$

[*où évidemment* μ *et* m (chez M. König, i et p) *sont des nombres entiers positifs*] ?

» En résolvant la question

$$a_\mu x^\mu + a_{\mu+m} x^{\mu+m} + a_{\mu+2m} x^{\mu+2m} + \ldots = \frac{1}{m} \sum_{\lambda=0}^{\lambda=m-1} e^{-\sqrt{-1}\,\frac{2\lambda\mu\pi}{m}} f\left(x\, e^{\sqrt{-1}\,\frac{2\lambda\pi}{m}}\right),$$

j'en ai donné cette démonstration élémentaire : si je pose

$$e^{\sqrt{-1}\,\frac{2(k-\mu)\pi}{m}} = \varepsilon,$$

le coefficient de $a_k x^k$, dans la série de la somme Σ, est

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=m-1} \varepsilon^\lambda = \varepsilon\,\frac{1-\varepsilon^m}{1-\varepsilon}.$$

» Le numérateur du second membre est toujours 0 ; le dénominateur ne l'est que dans le cas de $k = \mu + nm$, où n est évidemment un nombre entier positif. Or, dans ce cas,

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=m-1} \varepsilon^\lambda = m.$$

» Appliquons ce théorème général aux fonctions e^x et $\varphi_\mu(x)$. Il ne

restera qu'à séparer la partie réelle de l'expression (la partie imaginaire s'annule identiquement), pour obtenir le résultat dont vous avez donné la déduction immédiate (t. LXXXVI, n° 20).

» III. Désignons par C une courbe fermée décrite, dans le sens positif, par la variable z, et supposons $0 < \operatorname{mod} z < 1$; nous aurons

$$(2) \qquad \sqrt{-1}\, 2\pi\, \varphi_\mu(x) = \int_{(C)} e^{\frac{x}{z}} \frac{z^{\mu-1}}{1 \mp z^m},$$

où φ est de genre hyperbolique ou elliptique, suivant que l'on conserve le signe supérieur ou l'inférieur. On s'en assure aisément. Comme

$$\int_{(C)} e^{\frac{x}{z}} z^{\mu-1}\, dz = \sqrt{-1}\, 2\pi \frac{x^\mu}{\mu!},$$

en vertu de l'identité

$$\frac{1}{1 \mp z^m} = 1 \pm \frac{x^m}{1 \mp x^m},$$

nous avons

$$\int_{(C)} e^{\frac{x}{z}} \frac{z^{\mu-1}}{1 \mp z^m}\, dz = \sqrt{-1}\, 2\pi \frac{x^\mu}{\mu!} \pm \int_{(C)} e^{\frac{x}{z}} \frac{z^{m-\mu-1}}{z \pm 1^m}\, dz.$$

On en conclut

$$\sqrt{-1}\, 2\pi\, \varphi_\mu(x) = \sqrt{-1}\, 2\pi \left[\frac{x^\mu}{\mu!} \pm \frac{x^{\mu+m}}{(\mu+m)!} + \ldots + \frac{x^{\mu+2nm}}{(\mu+2nm)!}\right] + \int_{(C)} e^{\frac{x}{z}} \frac{z^{(2n+1)m+\mu-1}}{1 \mp z^m}\, dz,$$

où, si $0 < \operatorname{mod} z < 1$, lorsque n tend vers l'infini, l'intégrale tend vers zéro.

» Moyennant l'expression (2), on peut vérifier facilement tous les théorèmes fondamentaux de la théorie, auxquels, profitant de l'occasion, j'ajoute le suivant : *Si l'on désigne par* $\mathrm{R}y$ *la partie réelle, par* $\mathrm{I}y$ *la partie imaginaire de la quantité* y, *on a*

$$(3) \qquad \begin{cases} \mathrm{R}\varphi_\lambda(re^{\sqrt{-1}\theta}) = +\mathrm{R}\varphi_\lambda(re^{-\sqrt{-1}\theta}), \\ \mathrm{I}\varphi_\lambda(re^{\sqrt{-1}\theta}) = -\mathrm{I}\varphi_\lambda(re^{-\sqrt{-1}\theta}). \end{cases}$$

Écrivons en effet, dans les expressions de p et q (*Comptes rendus*, 2 août 1880), $-\theta$ au lieu de θ et, en même temps, $-k$ au lieu de k, ce qui est évidemment permis; alors p et q conservent leurs signes et leurs valeurs, et, dans

les expressions de $\varphi_{\gamma+\gamma'}(x)$, la partie réelle conserve sa valeur et son signe, tandis que la partie imaginaire change seulement de signe (¹). »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'inventeur des lunettes binoculaires.* Note de M. G. Govi.

« On avait admis jusqu'ici que le P. Antoine-Marie Schyrle de Rheita, capucin de Bohême, né en 1597 (environ), mort à Ravenne en 1660, avait proposé le premier l'emploi des lunettes binoculaires. Cette invention se trouve indiquée dans un Traité de lui, qui porte le titre assez étrange d'*Oculus Enoch et Eliae*, et qui a paru à Anvers en 1645. Un autre capucin, le P. Chérubin, d'Orléans, perfectionna l'idée du P. de Rheita et publia là-dessus un volume orné de très belles gravures, intitulé *La Vision parfaite* (Paris, 1677, in-fol.), où il décrit les lunettes binoculaires qu'il avait construites lui-même, et il en fait ressortir tous les avantages.

» On a bien prétendu que, avant le P. de Rheita, Galilée avait adapté deux lunettes à une espèce de casque, à l'aide duquel il se proposait d'observer sur mer les satellites de Jupiter; mais les documents qui se rapportent au *Celatone* de Galilée sont très peu explicites et ne permettent pas encore d'affirmer avec certitude qu'il ait construit réellement des lunettes binoculaires et qu'il en ait apprécié l'utilité.

» Mais voici que, en cherchant dans les papiers de Peiresc, qui sont à la Bibliothèque nationale, je viens d'y rencontrer un document imprimé qui enlève irrévocablement au capucin de Bohême la priorité de l'invention, pour la donner à un nommé D. Chorez, lunettier « à Paris, en l'isle » Nostre-Dame, à l'enseigne du Compas. »

» Le Volume n° 9531 du fonds français (*Correspondance de Peiresc*) contient, en effet (feuillet 281), un placard imprimé annonçant :

« Les admirables lvnettes d'approche reduite (*sic*) en petit volme avec levr vray vsage, et levr (*sic*) vtilitez preferable aux grandes, et le moyen de les accomoder à l'endroit des deux yeux, le tout mis en pratique, ainsi qu'elles sont representees par ces figures suiuantes, et dedié au Roy, l'an 1625. Par D. Chorez.

(¹) En écrivant $y = r\cos\theta$, $x = \sqrt{-1}\, r\sin\theta$, dans l'expression (1), on y lit de même, à l'instant, les relations (3); $R\varphi_\lambda(y+x)$ est une fonction paire, $I\varphi_\lambda(y+x)$ est une fonction impaire de $\sin\theta$.

« *Au Roy.*

« Sire,

« Il y a pres de cinq ans que ie receu l'honneur de presenter à vostre Majesté les premices de mon trauail, en ce qui est communément appellé Lunettes d'approche, et voyant que vostre Maiesté en auoit fait cas : Encore qu'elles ne fussent en la perfection qu'elles sont à present, l'ay creu estre obligé doublement à desdier à vostre Maiesté, ce que i'ay depuis obserué estre necessaire pour iouyr du plaisir que l'on en peut receuoir, les ayant mise en pratique, telles que leurs figures les represente cy-dessous : Esperant que vostre Maiesté ne desdaignera de voir la preuue de ce qui est propose de leur vray vsage, par celuy qui est de vostre Maiesté, le tres-humble et tres-obeyssant seruiteur et subiect, D. Chorez. »

» Suivent ici les figures gravées sur cuivre, parmi lesquelles on voit une *lunette binoculaire*. Au-dessous des figures se trouve la description des différentes lunettes et quelques indications relatives à leur emploi. J'en extrais le passage qui se rapporte aux lunettes binoculaires :

« L'experience fait cognoistre qu'on voit beaucoup mieux auec deux Lunettes qu'auec vne, car les objects paroissent plus gros, et plus prés. La quatriesme figure monstre comment on les peut accomoder à l'endroit des deux yeux, les faisant passer au travers d'vne l'ame (*sic*) de metail ou autre matiere... dans laquelle est enfermee la petite platine... qui sert à porter la Lunette... qui est mobile pour la pouuoir approcher ou esloigner de la Lunette... qui est fixe par le moyen de la vis... qui est retenuë en ladite platine. Ces deux Lunettes doiuent estre paralele (*sic*) entr'elles, pour vn object esloigné de plus de cent pas, tant loing puisse-il estre; mais pour voir vn object proche, elles doiuent faire angle à iceluy object, dont la base est l'espace qui est entre les deux yeux de celuy qui le regarde par icelles, si elles ne sont bien accomodees, on voit deux objects pour vn, mais cela ne fait pas de beaucoup si bien qu'il doit, partant il y faut remedier, soit en desgauchissant les tuyaux, ou en les approchant ou esloignant l'vn de l'autre, ainsi qu'il est requis, toutes les operations precedentes se font plus aysément quant les Lunettes sont arrestees fermement droict aux objects qu'on voit....

» Au bas du placard on lit l'indication suivante :

« Lesdites Lunettes auec leur vray vsage et figures se vendent chez l'Autheur, à Paris, en *la ruë de Perigueur aux Marais du Temple* (ces mots ont été effacés d'un trait de plume, et l'on a écrit dessus : *Lisle nostre Dame*), à l'enseigne du Compas. »

» Il est donc prouvé incontestablement que dès l'année 1625 un lunetier nommé D. Chorez avait construit et présenté au roi des lunettes binoculaires, ce qui enlève toute priorité au P. de Rheita, arrivé quand l'invention de Chorez était déjà depuis vingt ans entre les mains de tout le monde. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la difficulté d'absorption et les effets locaux du venin du* Bothrops jararaca. Note de MM. COUTY et DE LACERDA, présentée par M. Vulpian.

« Nous avons décrit dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 11 août 1879) les troubles variables et les lésions hémorrhagiques irrégulières produits par le venin du *Bothrops jararacussu* introduit directement dans le sang. Ayant eu ensuite à notre disposition quatorze *Bothrops jararaca*, serpents d'une espèce (?) plus petite et regardée comme moins venimeuse, nous avons d'abord constaté que ce venin, injecté par une veine, déterminait exactement les mêmes phénomènes; puis nous avons commencé une deuxième série d'expériences en introduisant le venin sous la peau par injection capillaire.

» Il s'est produit au niveau des injections des inflammations ou des abcès; mais, en aucun cas, il n'a été possible de constater les troubles caractéristiques du venin introduit dans le sang, même lorsque la quantité injectée sous la peau était cinq et six fois supérieure à celle qui eût tué l'animal rapidement après introduction veineuse.

» Nous avons été alors amenés à comparer l'action du venin dans différents organes ou dans différents tissus. Des injections ont été faites dans le tissu cellulaire sous-cutané, d'autres dans les muscles des membres ou du cou, d'autres dans le cœur, d'autres enfin dans la plèvre, dans le poumon, dans le cerveau, dans l'intestin et l'estomac. Nous nous sommes servis d'une sonde œsophagienne pour introduire le venin dilué dans l'estomac ou le gros intestin et d'une sonde laryngo-trachéale pour le pousser vers le poumon; l'injection dans la plèvre a été faite par une canule à travers les parois thoraciques; pour le cerveau, on a découvert, puis incisé légèrement la dure-mère; il a été nécessaire d'ouvrir la poitrine et de faire la respiration artificielle pour injecter le venin dans les parois cardiaques.

» Ces expériences si différentes, longtemps prolongées, dans des conditions diverses, nous ont fourni des résultats complètement concordants.

» Quelle que soit la voie d'introduction, tissu cellulaire, muscle ou séreuse, cerveau, cœur ou poumon, quelle que soit la quantité de venin injecté, à moins de ruptures vasculaires ou de plaies antécédentes, on ne constate aucun signe net de pénétration du venin dans le sang, et l'on est donc amené à conclure que le venin n'est pas absorbé, au moins en quantité appréciable et sous sa forme originelle.

» Au contraire, il se produit toujours des phénomènes locaux d'inflammation, souvent très intenses et, pour certains organes, rapidement mortels. Ce sont des abcès phlegmoneux ou des myosites, ou encore des méningo-encéphalites, des pleurésies ou des sortes de pneumonies. Ces lésions débutent toujours au niveau de l'injection par des suffusions, puis des infiltrations hémorrhagiques multiples; mais elles peuvent rester plus ou moins localisées ou elles s'étendent assez loin; elles sont bornées au tissu primitivement atteint ou elles gagnent plus ou moins rapidement les tissus ou les organes voisins.

» De même, il y a tantôt un phlegmon et tantôt un abcès; l'abcès est collecté ou infiltré; le pus est assez souvent mêlé de gaz; ou encore, au lieu d'une pleurésie hémorrhagique, forme fréquente, ou d'une pleurésie purulente, on trouve au bout de quelques jours des néo-membranes; ou enfin on observe une myosite qui, au lieu de se résoudre, se termine quelquefois par suppuration.

» La production d'une inflammation est donc seule constante; sa forme comme son extension sont d'ailleurs variables.

» Les variations d'intensité nous ont paru souvent, mais non toujours, en rapport avec la quantité du venin introduit dans l'organisme, et l'inflammation est plus rapide, plus étendue pour le même tissu, si cette quantité est plus considérable.

» Au contraire, les variations de forme ou de propagation aux tissus voisins nous ont paru surtout en rapport avec des conditions individuelles qu'il nous a été impossible jusqu'ici d'analyser suffisamment.

» En comparant, non plus le même tissu sur différents animaux, mais les différents organes ou tissus, les conclusions sont plus nettes.

» Le poumon est le plus sensible, et son infiltration hémorrhagique, rapide à se produire, peut tuer presque aussi vite que l'injection veineuse; viennent ensuite les séreuses et le tissu cellulaire, dont l'inflammation est un peu plus lente et sûrement moins considérable à doses égales; viennent enfin les muscles.

» En opposition à ces tissus faciles à enflammer, nous devons placer l'estomac et les intestins. Le premier jour comme les suivants, les lésions, si elles existent, y restent bornées à quelques plaques hémorrhagiques, plus ou moins nombreuses, siégeant dans la muqueuse et différemment placées. A peu près constantes dans l'intestin grêle, fréquentes dans le gros intestin, elles manquent presque toujours dans l'estomac, et, de plus, les parties intermédiaires ou les autres tuniques paraissent rester intactes.

» Nous avons fait sur ces points quinze expériences : les lésions locales

ont toujours été comparables et peu marquées, et cependant nous avons quelquefois poussé dans l'estomac des doses énormes, six et dix fois suffisantes pour tuer un chien rapidement par une injection veineuse ou pour produire sous la peau de vastes abcès. Mais, dans plusieurs cas, avec ces lésions locales gastro-intestinales presque nulles, nous avons constaté des lésions centrales : une endocardite très nette sur un animal, des infiltrations inflammatoires des poumons sur quatre autres; trois fois aussi le foie nous a paru jaune, un peu ramolli, et parsemé de plaques de congestion hémorrhagique.

» On doit donc se demander si les organes gastro-intestinaux ne présenteraient pas pour le venin un mode de réaction spéciale et si, étant sûrement beaucoup plus difficiles à enflammer, ils ne permettraient pas, quoique dans une faible mesure, son absorption.

» Nous rapporterons bientôt les particularités spéciales observées après injection du venin dans l'encéphale ou dans les parois cardiaques, et nous fournirons aussi des faits relatifs au mécanisme de ces troubles divers, locaux ou généraux. Il nous suffit d'avoir établi la difficulté d'absorption du venin du *Bothrops jararaca*, sa fixation locale, les phénomènes d'inflammation qu'il provoque et les variations de forme et d'intensité de ces phénomènes suivant le tissu dans lequel on a fait pénétrer le venin.

» Toutes ces conclusions ont été déduites d'expériences faites sur le chien; d'autres observations, déjà nombreuses, faites sur des grenouilles, des tortues, des caméléons, des cobayes, des lapins et des singes, nous ont fourni des résultats différents, sous certains rapports, de ceux que nous relatons ici : nous nous proposons de les faire connaître prochainement. »

ZOOLOGIE. — *Étude sur les vertèbres dans l'ordre des Ophidiens*. Note de M. **A.-T. de Rochebrune**, présentée par M. Milne Edwards.

« La colonne rachidienne chez les Ophidiens constitue seule, « avec ses » dépendances costales, la totalité de la charpente solide du tronc »; aussi les anatomistes, se basant sur la présence de côtes « depuis la tête jusqu'à » la queue », sont-ils unanimes pour considérer leurs vertèbres comme ne présentant pas entre elles de différences appréciables.

» Malgré l'autorité des auteurs, l'étude d'un assez grand nombre de squelettes (soixante-deux) nous a démontré que cette uniformité verté-

brale est seulement apparente et qu'il est facile, comme pour les vertébrés en général, de partager le rachis des serpents en régions : cervicale, thoracique, pelvienne, sacrée et coccygienne.

» Sans tenir compte de la région cervicale, *uniquement* composée de l'atlas et de l'axis, aux formes nettement accusées, on observe que l'axe osseux est formé de deux pyramides étroites, sensiblement pentagonales, opposées par leur base la plus large, plus ou moins longues en raison des os qu'elles renferment, et dont la première dépasse rarement les trois huitièmes de la longueur totale du corps.

» Étant connus les éléments vertébraux particuliers aux Ophidiens, il devient évident que la caractéristique de chaque région est subordonnée aux modifications subies par ces éléments.

» En les examinant seulement ici à un point de vue général, nous en formulerons les différences de la façon suivante :

» *Région thoracique.* — Nombre des vertèbres variable; centrum dépassant toujours en longueur le diamètre vertical de la vertèbre; neurapophyses surélevées, inclinées à angle aigu, à processus courts brusquement abaissés vers le bout; neurépine haute, droite, généralement carrée; zygosphène étroit, oblique; hypapophyse mince, longue, peu oblique; zygapophyses costales insérées vers la partie supérieure des faces latérales du centrum; parapophyses tuberculiformes; cavité glénoïde ovalaire, profonde.

» *Région pelvienne.* — Nombre des vertèbres variable; brièveté relative du centrum; élargissement et aplatissement des neurapophyses; neurépine moins haute que dans la région précédente, plus large, plus inclinée; zygosphène plus droit; zygapophyses costales moins saillantes et insérées plus bas; parapophyses longues, aiguës; diapophyses plus développées; cavité glénoïde plus ovalaire et moins profonde; hypapophyse, quand elle existe, exceptionnellement, courte, épaisse, tronquée.

» *Région sacrée.* — Nombre des vertèbres *ne dépassant jamais dix;* centrum quadrilatère et non conique, comme dans les précédentes; neurapophyses larges, plates; neurépine courte ou à peine indiquée; zygosphène court et aplati; diapophyses très aiguës, complètement isolées; deux longues apophyses courbées en sens inverses, et insérées de chaque côté du centrum, délimitant un espace plus ou moins elliptique. Contrairement à l'opinion de Meckel, ces apophyses ne sont pas dues à une bifurcation de la côte; la supérieure est constituée par la pleurapophyse modifiée et sou-

dée au centrum; l'inférieure est due au développement exagéré de la parapophyse, interprétation vers laquelle penche R. Owen.

» *Région coccygienne.* — Nombre des vertèbres variable; centrum allongé; neurapophyses plates, très échancrées en arrière; neurépine très courte ou nulle; diapophyses longues, aiguës, perpendiculaires à l'axe; parapophyses courtes, presque horizontales; deux apophyses inférieures décrites comme hypapophyses, mais n'ayant aucune relation avec elles, et devant être considérées comme hæmépines circonscrivant un canal hæmatal.

» Ces caractères généraux s'accentuent plus ou moins suivant les genres et les espèces et, fait digne de remarque, se trouvent en corrélation directe avec les modifications craniennes et dentaires, faisant ainsi ressortir toute la valeur de la classification de Duméril et Bibron.

» Les bornes de cette courte analyse ne nous permettent pas de décrire ces variations caractéristiques ni d'indiquer quelques particularités relatives aux mouvements; nous ne pouvons cependant passer sous silence le rôle physiologique que l'hypapophyse nous semble destinée à jouer. Sa fonction, d'après les auteurs, serait de donner insertion aux muscles fléchisseurs du tronc; mais, lorsque l'on met en parallèle la longueur de l'hypapophyse et la faiblesse relative du transversaire épineux inférieur, on voit que cette hypothèse ne peut être acceptée en entier. Du reste, ce muscle s'attache aussi bien aux vertèbres pelviennes sans hypapophyses qu'aux thoraciques pourvues de cet organe. Une autre raison doit donc être cherchée. Or, à l'ouverture du canal alimentaire d'un serpent, on voit d'abord que dans la portion de ce tube constituée par le pharynx, l'œsophage et l'estomac, l'extrémité des hypapophyses soulève la muqueuse et forme une ligne dentelée et saillante de quelques millimètres; de plus, on observe que la longueur de cette portion du canal est en rapport direct avec le nombre et les dimensions des vertèbres pourvues d'hypapophyses. En présence de ces faits, ne serait-on pas autorisé à penser que le rôle de l'hypapophyse consiste à s'opposer à la régurgitation des aliments, pendant la déglutition et pendant les mouvements qui suivent l'ingestion de la proie?

» La longueur de l'hypapophyse chez les Ophidiens dendrophyles, par exemple, écarte toute idée tendant à la considérer comme une entrave aux mouvements de flexion du corps en avant. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryon cilié de la Bilharzie.* Note de M. J. Chatin, présentée par M. Milne Edwards.

« Par son organisation comme par les désordres qu'elle détermine chez son hôte, la Bilharzie (*Bilharzia hæmatobia*, Cobbold) présente un intérêt tout spécial; mais, essentiellement localisé sur le continent africain ou dans les îles voisines, ce Trématode, l'un des plus redoutables parasites de l'espèce humaine, n'a pu que rarement être soumis à un examen direct. Cependant, depuis l'époque où Bilharz le signalait pour la première fois à l'attention des médecins et des zoologistes (1851), on l'a parfois observé sur des malades récemment arrivés du Cap ou d'Égypte; c'est à une circonstance analogue que je dois d'avoir pu suivre son évolution durant les premières phases du développement.

» Régulièrement ovale, l'œuf de la Bilharzie n'offre aucune trace de stries ou de cannelures, mais porte, à l'un de ses pôles, un prolongement conique (¹). La segmentation du vitellus s'opère rapidement, et bientôt on voit se constituer un embryon dont l'aspect est caractéristique.

» Revêtue par une cuticule de laquelle émergent d'innombrables cils vibratiles, la jeune larve apparaît comme un Infusoire qui serait contenu dans l'œuf et dont la masse interne n'offrirait encore nul indice de différenciation; extérieurement les contours s'accentuent; une sorte de mamelon (proboscide) commence à indiquer la future région céphalique. Cet état général persiste ordinairement jusqu'à l'époque de l'éclosion (²); celle-ci se trouve annoncée par divers actes précurseurs dans le détail desquels je ne saurais entrer, puis s'affirme par d'importantes modifications organiques; au-dessous de la zone proboscidienne s'ébauche un cœcum qui plonge verticalement dans la masse somatique et ne tarde pas à atteindre de notables dimensions; sur ses parties latérales apparaissent des diverticules secondaires qui concourent à figurer un ensemble assez complexe, tandis que sur différents points du corps, et spécialement dans la couche tégumentaire, se ramifient d'élégantes traînées vasculiformes.

(¹) Sur tous les œufs que j'ai pu examiner, ce prolongement était nettement axile; mais on sait que Bilharz a décrit une sconde variété d'ovules à pointe latérale; Sonsino paraît même y voir l'indice d'une véritable dualité spécifique.

(²) Quelquefois, cependant, on peut déjà distinguer les premiers linéaments des cœcums sur l'embryon encore inclus dans l'œuf.

» Durant ce temps, des phénomènes d'un tout autre ordre se manifestent vers la région postérieure du corps; des formations spéciales, généralement sphéroïdales, commencent à s'y montrer, augmentant rapidement en nombre et en volume. Faut-il y voir uniquement des « sarcodes-globules »? Une telle hypothèse disparaît devant l'application de la méthode rendue classique par d'importants travaux (Ranvier, Certes, etc.); le mode de groupement des substances azotées, glycogènes et grasses interdit de les assimiler à de simples masses amiboïdes. Il semble que l'on puisse plutôt les comparer à des gemmes qui naîtraient ainsi dans l'intérieur de l'embryon; leur développement marque même le terme de son existence, car on le voit bientôt se désagréger pour mettre en liberté ces corps qui se meuvent, animés de contractions rapides, dans le liquide ambiant.

» On comprend que de pareils résultats obligent à modifier profondément la signification que les helminthologistes assignent à l'embryon cilié de la Bilharzie dans le cycle de développement de cette espèce. Sa formation dans l'ovule, à la suite d'un acte sexuel, peut seule expliquer le nom de Proscolex qu'on lui accorde généralement; en réalité, sa constitution témoigne d'une supériorité dont on chercherait vainement le reflet dans les différents types de la classe, considérés à cette période : loin de faire défaut, les parties internes sont ici représentées par les cœcnms, dans lesquels on peut voir la première ébauche d'un appareil digestif et par cet arbre vasculaire qui draine l'économie à la manière d'un appareil excréteur. Par leur mode de genèse comme par leurs caractères, les corpuscules contractiles introduisent enfin une notion nouvelle et de haute valeur, puisqu'elle permet de rapprocher dans un même stade les divers états évolutifs du Trématode, conclusion dont il est facile de pressentir l'importance pour la Morphologie générale. »

PATHOLOGIE MÉDICALE. — *Recherches sur la présence de micrococcus dans l'oreille malade; considérations sur le rôle des microbes dans le furoncle auriculaire et la furonculose générale; applications thérapeutiques.* Note de M. B. **Loewenberg**, présentée par M. Marey.

« Le point de départ de mes recherches était une découverte récente de M. Pasteur qui a constaté la présence d'un microbe dans le furoncle. J'ai retrouvé le même micro-organisme dans le furoncle du conduit auditif. Si le premier furoncle d'une série résulte de l'immigration d'un microbe pro-

venant de l'air ou des eaux, je pense que la désolante multiplication de ces petits abcès qui empoisonne la vie de certaines personnes est due à ce que j'appellerai l'*autocontagion*. A mon sens, une fois le furoncle ouvert, le pus se répand à la surface cutanée en charriant les microbes spéciaux. Ceux-ci peuvent immigrer dans un ou plusieurs follicules pilo-sébacés et provoquer ainsi un ou plusieurs nouveaux furoncles, et ainsi de suite. Mon Mémoire contient plusieurs faits à l'appui de cette hypothèse. Mais, si nous l'admettons, nous devons également admettre que la contagion peut s'opérer d'individu à individu, et je pense, en effet, que le furoncle est *contagieux*.

» Conformément à cette manière de voir, je pratique le *traitement* suivant : je fends le furoncle, et celui du conduit auditif en particulier, dans toute son épaisseur (après pulvérisation réfrigérante), et j'emploie ensuite des bains locaux ou lotions avec des solutions d'acide thymique ou borique, ou bien je saupoudre avec ce dernier acide en poudre impalpable.

» Quant à la *furonculose générale*, je me sers de lotions avec des solutions d'acide borique, appliquées au corps entier, dans le but d'empêcher la formation de nouveaux clous; j'ai obtenu ce résultat dans l'unique cas que j'ai pu soigner ainsi jusqu'ici, mais il faudra évidemment des observations nombreuses pour décider de la valeur de ma manière de voir et d'agir.

» Quant aux microbes que j'ai trouvés dans d'*autres maladies de l'oreille*, j'insiste surtout sur le fait que, dans les cas d'otorrhée où le nettoyage de l'oreille avait été négligé, et surtout lorsqu'il y avait fétidité, j'ai toujours trouvé des micrococcus en quantité énorme; si nous considérons que dans l'immense majorité des cas le pus provient des profondeurs de la caisse du tympan et même de l'apophyse mastoïde, l'importance de cette observation n'échappera à personne.

» Partout où il y avait eu emploi prolongé d'émollients, surtout de *cataplasmes*, tous les débris (épidermiques et autres) retirés de l'oreille étaient entourés d'une zone concentrique de micrococcus. Peut-être y a-t-il là l'explication de l'effet souvent destructif pour l'oreille de l'usage prolongé des cataplasmes? Nous savons, d'ailleurs, qu'on observe souvent des furoncles après un usage longtemps continué de cette médication extérieure. »

M. A. Netter adresse un Mémoire intitulé « Nouveaux exemples d'erreurs commises par des savants dans la question de l'intelligence et de l'instinct chez les animaux, et causes de ces erreurs ».

M. J. GIRAUD adresse une Note intitulée « Des causes des pulsations du cœur et des artères ».

La séance est levée à 4 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 SEPTEMBRE 1880.

Espagne, Algérie et Tunisie. Lettres à Michel Chevalier; par P. DE TCHIHATCHEF. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1880; in-8°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Catalogue des brevets d'invention. Janvier, février et mars 1880. Paris, Bouchard-Huzard, 1880; 6 livr. in-8°.

H.-A. WEDDELL. *Notice biographique; par* M. E. FOURNIER. Paris, Impr. nationale, 1880; in-8°.

Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Malines et de Beveren; par M. le baron O. VAN ERTBORN, avec la collaboration de M. P. COGELS. Bruxelles, F. Hayez, 1880; 2 br. in-8°.

List of sanskrit manuscrits in private libraries of Southern India, compiled, arranged and indexed by GUSTAV OPPERT; vol. I. Madras, printed by E. Keys, 1880; in-8° relié.

First annual Report of the department of Statistics and Geology of the State of Indiana, 1879. Indianapolis, Douglass and Carlon, 1880; in-8° relié.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 OCTOBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. F. Perrier fait hommage à l'Académie de deux exemplaires du troisième fascicule du Tome XI du « Mémorial du Dépôt de la Guerre » et s'exprime en ces termes :

« Ce troisième fascicule contient le compte rendu des déterminations de longitudes, latitudes et azimuts terrestres, en Afrique, faites sous ma direction, avec la collaboration de MM. les capitaines Bassot et Defforges, aux quatre stations de Géryville, Laghouat, Biskra et Carthage pendant les années 1877 et 1878, ainsi que la description des instruments et des méthodes dont on a fait usage, et qui ont déjà fait l'objet de plusieurs Communications antérieures par MM. Lœwy, Stephan et Perrier.

» Ces quatre stations lointaines ont été exécutées dans les mêmes conditions de précision que celles de la côte; toutefois, afin de diminuer les difficultés et les risques du transport, ainsi que pour éviter la construction d'un pilier dans des régions peu accessibles, tout en conservant une pendule à la station centrale d'Alger, nous avons employé, dans ces quatre stations, des chronomètres de Breguet, pourvus d'un contact électrique. En limitant l'action du courant sur le chronomètre à la durée des obser-

vations et adoptant la marche horaire qui résulte des observations de la soirée, l'instrument n'ayant à subir ni secousse ni variation de température, nous avons obtenu une régularité de marche très satisfaisante, comparable à celle que peut fournir une bonne pendule.

» Le Mémoire fait connaître les valeurs obtenues à chaque station pour la longitude rapportée au méridien de Paris, la latitude et l'azimut d'une mire lointaine, ainsi que l'erreur probable calculée, réduite, pour chacun de ces éléments, à un ou deux dixièmes au plus de seconde d'arc.

» Je ferai remarquer toutefois que les valeurs inscrites et à peine publiées des latitudes de nos stations algériennes faites, de 1875 à 1878, doivent déjà subir une correction additive notable, voisine de trois dixièmes de seconde d'arc, par suite de corrections apportées cette année aux déclinaisons moyennes pour 1880,0 des étoiles de latitude, que nous avons empruntées au Catalogue de la Société astronomique de Berlin. Cette correction correspond à un déplacement de 10^m environ vers le nord et modifie ainsi d'une manière brusque l'amplitude de nos arcs de méridien. Il est bien désirable que les déclinaisons des étoiles fondamentales soient enfin l'objet d'une détermination systématique, rationnelle, afin que les résultats acquis par la Géodésie ne soient pas exposés à de pareilles variations, et nous pensons, à cet effet, qu'on y parviendrait sûrement en appliquant la méthode préconisée par M. Villarceau, et qui consiste à rattacher aux deux pôles les déclinaisons des fondamentales, en observant avec un même instrument, dans quatre stations convenablement choisies dans les deux hémisphères, des étoiles dont la distance au zénith serait inférieure à 30°. Cette méthode a été instamment recommandée aux astronomes par l'Association géodésique internationale, dans les congrès de Vienne et de Dresde, en 1873 et 1874.

» Nous donnons, dans le Tableau suivant, les valeurs des coordonnées géographiques obtenues (latitudes rectifiées) pour chacune de nos stations algériennes :

Alger (colonne Voirol).

Latitude	36°.45′. 8″,2	
Longitude	0.42.35,5	(est = $0^h\ 2^m 50^s,365$)
Azimut géodésique de Melab-el-Kora	322.16.52,7	

Bone.

Latitude	36.54.13,6	
Longitude	5.25.26,3	(est = $0^h 21^m 41^s,753$)
Azimut géodésique d'Aouara	23.16.45,3	

Nemours.

Latitude	35°. 5'.49",8	
Longitude	4.11. 8,7	(ouest = $0^h 16^m 44^s,580$)
Azimut géodésique de Filhaoussen	303.51.59,4	

Biskra.

Latitude	34.51.13,9	
Longitude	3.23.15,5	(est = $0^h 13^m 33^s,030$)
Azimut géodésique de l'Amar Khaddon	252. 2.32,1	

Laghouat.

Latitude	33.48. 2,1	
Longitude	0.32.32,3	(est = $0^h 2^m 10^s,153$)
Azimut géodésique de Djebel Meilog	179. 8.49,9	

Géryville.

Latitude	33.40.51,8	
Longitude	1.19.35,9	(ouest = $0^h 5^m 18^s,391$)
Azimut géodésique de Mecheria	0. 0.50,6	

Carthage (Tunisie).

Latitude	36.51. 7,0	
Longitude	7.59. 6,7	(est = $0^h 31^m 56^s,446$)
Azimut géodésique de Bou-Saïd	227. 3.24,0	

» Un résultat intéressant mérite d'être signalé à l'Académie. L'échange réciproque de signaux nous a permis de calculer le retard moyen de la transmission d'un signal, le long d'un conducteur aérien, de chronographe à chronographe, entre les stations conjuguées deux à deux, pour des distances comprises entre 414km et 1236km, et nous avons pu en conclure la vitesse de propagation de nos signaux par seconde.

» Nous avons ainsi trouvé :

Entre Bone et Alger	0s,013	pour une distance de	622km,	soit 48000km	par seconde.
Alger et Nemours	0,016	»	614,	38000	»
Bone et Nemours	0,035	»	1236,	35000	»
Biskra et Alger	0,012	»	565,	47000	»
Laghouat et Alger	0,009	»	414,	46000	»
Alger et Géryville	0,015	»	514,	34000	»
Carthage et Alger	0,023	»	852,	37000	»

d'où il résulte que la vitesse moyenne de propagation d'un signal est voisine de 40 000^{km}, vitesse dont on peut se faire une idée en remarquant qu'un signal électrique pourrait parcourir en une seconde la circonférence de la Terre. »

GÉOGRAPHIE. — *Exploration militaire et géographique de la région comprise entre le haut Sénégal et le Niger.* Note de M. **F. Perrier.**

« Une grande expédition, à la fois militaire et géographique, vient d'être organisée en France; elle a pour but de relier d'une manière définitive, par une voie ferrée, nos possessions françaises du Sénégal avec le bassin du Niger, et par suite avec le Soudan. Il s'agit, comme on le voit, d'amener vers la côte le commerce intérieur de l'Afrique centrale, d'ouvrir un immense débouché aux produits de notre industrie et de faire pénétrer la civilisation dans ces régions lointaines, en y créant ou utilisant des voies de communication rapides, toujours praticables et sûres.

» C'est le Ministère de la Marine qui a conçu le projet de cette vaste entreprise, qui en a préparé les voies et moyens, et qui est chargé d'en poursuivre l'exécution, avec les ressources que le Parlement français a déjà mises ou mettra généreusement à sa disposition.

» Le commandement supérieur de l'expédition est dévolu au commandant Desbordes, de l'artillerie de marine, qui aura sous ses ordres des troupes de la marine, combattants et ouvriers, en nombre suffisant pour assurer la sécurité de la colonne, pour construire et garder les petits forts qui doivent jalonner la route entre le Sénégal et le Niger.

» A cette colonne, dont le rôle est purement militaire, vient s'adjoindre une mission topographique, recrutée principalement parmi les officiers de l'armée de terre et placée sous la direction de M. le commandant Derrien, de l'ancien corps d'état-major; elle est composée d'officiers astronomes, géodésiens et topographes, et chargée d'exécuter, sous la protection de la colonne, mais d'une manière indépendante au point de vue technique, la reconnaissance topographique du pays.

» C'est demain, 5 octobre, que les commandants Desbordes et Derrien doivent s'embarquer à Bordeaux, avec leurs officiers, pour se rendre à Saint-Louis.

» De Saint-Louis, ils remonteront le Sénégal en bateau jusqu'à Médine et prendront ensuite la voie de terre en longeant la rive gauche du fleuve

jusqu'à Bafoulabé, au confluent du Bafing et du Bakhoy. C'est en ce point que doit être construit le premier fortin et que doivent être organisés les escortes et le convoi; c'est là, à 300 lieues environ de la côte, que doit commencer la reconnaissance et le levé du terrain.

» Le programme des opérations à entreprendre est formulé comme il suit :

« Les brigades topographiques auront à faire une reconnaissance complète et, s'il est possible, la triangulation générale de tout le terrain compris entre Bafoulabé sur le Sénégal d'une part, et, d'autre part, Dina et Bamakou sur le Niger; elles devront surtout déterminer les positions géographiques et les altitudes des sommets, cols, plateaux, etc., ainsi que la configuration des vallées, leur largeur, leur profondeur, etc.

» Le but cherché est un levé général du terrain, pour faciliter l'étude du tracé de la voie ferrée qui, partant de Médine et passant par Bafoulabé et Fangalla, aboutira au Niger. »

» Au delà de Bafoulabé, la colonne ne rencontrera aucune difficulté pour atteindre, en longeant la rivière, la station de Fangalla, située au confluent des deux rivières qui forment le Bakhoy; un deuxième fortin sera construit en ce point. Le tracé de la voie ferrée doit suivre, dans cette région, le cours même du fleuve.

» C'est seulement à partir de Fangalla que les doutes subsistent sur le meilleur tracé à suivre, et une reconnaissance topographique détaillée pourra seule fixer les incertitudes.

» Les documents que possède la marine permettent de croire qu'on n'aura aucun obstacle sérieux à franchir dans cette bande de terrain de 400^{km} de longueur qui sépare Fangalla du Niger. Des fortins seront créés à Goniakouri, à Kita, à Bangassi, au milieu de tribus qui se sont placées volontairement sous le protectorat de la France; en s'avançant ainsi de proche en proche vers le sud-est, on atteindra la ligne de faîte qui sépare les deux bassins, ligne peu élevée, très proche du Niger, à travers laquelle il est permis d'espérer qu'on trouvera un passage facile pour gagner, sur le fleuve, soit Bamakou, soit Dina, deux villes situées en amont de Yamina et de Ségou.

» La reconnaissance topographique permettra de limiter la zone qui contiendra le meilleur tracé; des profils en long et en travers seront ensuite exécutés dans une campagne suivante; un tracé définitif sera enfin adopté, et nos chantiers pourront s'ouvrir dans ces régions lointaines pour la construction de la voie ferrée.

» Une fois le Niger atteint, la voie ferrée construite, on pourra gagner Tombouctou, en descendant le cours du fleuve sur des canonnières bien

armées, établir solidement en ce point une station commerciale, rayonner de là vers l'Afrique centrale et tendre la main aux explorateurs qui, de tous les côtés, cherchent à pénétrer le continent africain.

» C'est là une œuvre utile et grandiose, qui fera honneur à la France, à notre marine et à notre armée, et je suis assuré d'être l'interprète des sentiments de l'Académie en souhaitant, en son nom, un bon voyage et un heureux retour aux vaillants explorateurs qui vont, au péril de leur vie, planter le drapeau de la France et porter la Science française dans ces contrées encore mystérieuses. »

BOTANIQUE. — *Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans l'épi du* Lepturus subulatus; *par* M. A. Trécul.

« La plante, en produisant des rameaux de divers ordres, donne des épis de moins en moins riches en épillets. Les épis les premiers nés ont souvent quinze, seize et jusqu'à vingt et vingt et un épillets de chaque côté, tandis que les épis des dernières branches peuvent n'avoir que trois épillets dans chaque rangée, plus l'épillet terminal. J'ai déjà dit que les mérithalles du rachis naissent de bas en haut (p. 58 et suiv. du t. XC), mais que, dans les épis de moyenne grandeur que j'avais seuls pu étudier, l'accroissement prédominant de très bonne heure au sommet du rachis, ce sont les épillets supérieurs qui se développent les premiers (p. 62, t. XC). Mes nouveaux résultats sont identiques. Je vais appuyer davantage sur l'apparition des rameaux ou épillets.

» Il est formé d'abord, de bas en haut sur le rachis, des bourrelets annulaires très peu saillants. La partie axillante plus proéminente est un peu surbaissée, décrivant ainsi une courbe dans laquelle naîtra le rameau axillaire. La partie opposée du même anneau est moins saillante; c'est à cet endroit que naît le rameau correspondant de la série opposée. En bas du rachis, ces anneaux sont parfaitement continus; plus haut, les côtés en sont souvent à peine sensibles. A la place qui doit produire un rameau, il se fait de chaque côté, en travers de l'anneau, un sillon oblique, de façon à dessiner, très légèrement dans le principe, un espace lenticulaire, allongé horizontalement dans l'aisselle du bourrelet foliaire précédent. Cet espace lenticulaire n'est d'abord que très peu proéminent. Il ne l'est pas davantage que le faible bourrelet initial. Mais les côtés, qui, en s'élevant, ont formé les sillons obliques, continuent de croître et délimitent latéralement la

cavité au fond de laquelle sera inséré le rameau. Il est fait ainsi de bas en haut, dans toutes les aisselles, de telles lentilles ou espaces lenticulaires. Si l'on tient à appeller *rameau* l'espace lenticulaire, on peut dire, dans beaucoup de cas, que les rameaux naissent de bas en haut; mais il arrive aussi, l'accroissement étant très prompt, que des lentilles assez haut placées sont formées en même temps que les inférieures. En outre, on trouve très souvent que les mérithalles, ou mieux les articles supérieurs (qui comprennent un bourrelet axillant et une lentille gemmipare), *sont dès leur début plus grands, plus étendus verticalement* que les articles inférieurs: ce qui prouve que, dans cette plante, la prédominance de l'accroissement, dans la région supérieure de l'épi, coïncide à peu près exactement avec la naissance des rameaux ou épillets. C'est pour cela que, dans les épis de moyenne grandeur, les lentilles supérieures s'élèvent tout de suite chacune en un rameau, et qu'ainsi les rameaux vrais apparaissent de haut en bas. En effet, ils ont en haut des dimensions relativement considérables, quand les lentilles inférieures n'ont pas changé d'aspect ([1]).

» C'est là toujours le cas dans les épis qui ont jusqu'à neuf et dix épillets de chaque côté. Mais, dans les grandes inflorescences, il n'est pas rare de trouver que c'est la onzième ou la douzième lentille, à compter d'en bas, qui la première croît en un rameau. Alors, au-dessous les rameaux se développent de haut en bas, et au-dessus de bas en haut. Un peu plus tard, l'accroissement prédominant par en haut, ces rameaux supérieurs dépassent tous les autres en hauteur.

» Il me semble que ce dernier exemple est favorable à l'opinion que j'ai émise sur la naissance préalable des rameaux supérieurs des épis de moyenne grandeur, car, pour soutenir l'avis contraire, c'est-à-dire que toujours les rameaux naissent de bas en haut, il faut admettre que constamment l'accroissement va en s'exagérant de bas en haut. Or, il est évident que cette assertion n'explique pas les cas mentionnés ici, puisque, par exemple, dans un épi de $1^{mm},45$, qui avait dix-huit articles de chaque côté, c'est le onzième qui, *seul encore*, était accru en rameau; dans un autre épi un peu plus avancé, c'étaient le dixième d'un côté et le onzième de l'autre, qui avaient le plus de développement. On est donc bien forcé de

---

([1]) Quand on regarde de profil ces espaces lenticulaires, ils apparaissent chacun comme un triangle à côtés un peu courbes. On est alors tenté de considérer la hauteur du triangle comme celle du rameau. C'est une erreur. La vraie hauteur est donnée par la perpendiculaire menée sur le milieu de la corde de l'arc formé par le côté libre. Cette hauteur n'est que d'un demi ou un quart de centième de millimètre, et souvent même, au bas du rachis, ce côté libre est limité par une droite.

reconnaître que, dans certains cas, c'est la *région moyenne* du jeune rachis qui a le plus d'activité, comme dans d'autres c'est la *région inférieure*, et ailleurs la *région supérieure*. Je crois devoir rappeler, à cet égard, l'inflorescence du *Nardus stricta*, où l'observation n'est pas gênée par la naissance préalable de bourrelets foliaires axillants (p. 61, 62, t. XC).

» Apparition des premiers vaisseaux du rachis. — J'ai rattaché l'inflorescence du *Lepturus subulatus* au troisième type que j'ai décrit à la page 212 du tome XC. Des coupes transversales faites vers la région moyenne de l'épi montrent en effet deux systèmes de trois faisceaux opposés, situés dans le plan perpendiculaire au plan suivant lequel sont insérées les deux séries d'épillets. Plus bas, un ou deux faisceaux s'interposent aux deux arcs ou systèmes, ou s'ajoutent aux côtés de ceux-ci, en sorte qu'à la partie inférieure du rachis il y a quatre à cinq faisceaux dans chaque système latéral. Dans le pédoncule encore jeune on retrouve les deux systèmes opposés, avec le plus gros faisceau au milieu de chaque arc. Vers le haut du rachis, le nombre des faisceaux diminue graduellement et est réduit aux deux faisceaux primaires près du sommet, rarement à un seul. Il faut ajouter qu'à un âge avancé des faisceaux périphériques existent sous les faces convexes et vertes du rachis, et, au-dessous des épillets, leurs anastomoses sont plus nombreuses que plus bas.

» Le premier vaisseau qui apparaît dans le rachis existe dans l'un des deux faisceaux primaires. On le trouve à des hauteurs variables.

» I. Deux épis (de $1^{mm},35$ et de $1^{mm},70$) me l'ont montré dans la moitié supérieure du rachis. — II. Deux épis (de $1^{mm},20$ et de $1^{mm},80$) l'avaient dans le troisième quart de la hauteur du rachis. — III. Un épi de $1^{mm},95$ avait son premier vaisseau, long de $0^{mm},38$, vers la moitié de la hauteur du rachis. — IV. Un épi de $1^{mm},75$ avait un court vaisseau vers le tiers inférieur du rachis. — V. Un épi de $1^{mm},30$ avait un vaisseau dans chacun des deux faisceaux primaires : l'un plus long, étendu du voisinage de la base du rachis jusqu'assez près du sommet; l'autre plus court, occupant la région moyenne. — VI. Un épi de $1^{mm},65$ avait deux vaisseaux montant un peu plus haut que le rameau latéral le plus élevé et descendant au niveau de l'aisselle du deuxième de la série A (celle qui a le rameau inférieur le plus bas placé). Les épis qui précèdent n'avaient que cinq à neuf épillets de chaque côté. — VII. Un épi de $2^{mm},80$, ayant dix-huit épillets de chaque côté, avait un seul vaisseau étendu depuis le niveau du cinquième épillet de la série A jusqu'au onzième, à compter d'en bas. — VIII. Dans un épi haut de $2^{mm},20$, ayant dix-sept épillets de chaque côté, le seul vaisseau existant était étendu depuis le niveau du quatrième épillet de l'une des

séries jusqu'au treizième épillet. — IX. Un autre épi de $3^{mm},45$, ayant vingt épillets de chaque côté, avait deux vaisseaux étendus : l'un depuis le troisième rameau de A jusqu'au vingtième; l'autre depuis le niveau du cinquième rameau jusqu'au dix-neuvième. — X. Un épi de $2^{mm},25$ avait aussi deux vaisseaux : l'un descendait jusqu'au niveau du troisième épillet d'en bas, l'autre jusqu'au sixième; ces deux vaisseaux montaient jusqu'auprès des épillets latéraux supérieurs. — XI. Un épi de 14^{mm} n'avait encore de vaisseaux que dans les deux faisceaux primaires. — XII. Un autre épi, de $14^{mm},50$, avait des vaisseaux dans chacun des deux faisceaux primaires, et, de plus, il offrait, *de chaque côté de l'un seulement des deux faisceaux primaires,* un vaisseau dans le premier faisceau latéral voisin. Ces vaisseaux n'existaient qu'au niveau du cinquième et du huitième épillet de la série A. Il y avait donc quatre faisceaux du rachis pourvus de vaisseaux. Cela est d'autant plus remarquable qu'aucun des épillets ne contenait encore de vaisseaux. — XIII. Dans le rachis d'un épi de 26^{mm}, ayant douze épillets dans chaque série, il y avait *de chaque côté des deux faisceaux primaires,* dans la partie inférieure de l'épi, jusque vers le cinquième et le sixième épillet d'en bas, un vaisseau dans le faisceau latéral voisin. Par conséquent, il y avait six faisceaux, opposés trois à trois, pourvus de vaisseaux, bien qu'il n'y eût encore de vaisseau dans aucun épillet. — XIV. Un état analogue fut donné par un épi de 18^{mm}.

» Apparition des vaisseaux dans les rangées d'épillets. — Il est utile de rappeler que, dans ces jeunes épis, les épillets supérieurs sont de beaucoup les plus avancés ; il n'est donc pas étonnant que les premiers ils présentent des vaisseaux.

» Dans un épi de 30^{mm} qui, comme les derniers exemples cités, a, dans la partie inférieure du rachis, des vaisseaux dans six faisceaux, *deux épillets seulement sur vingt-cinq* sont pourvus de vaisseaux. Ce sont l'épillet terminal et le latéral le plus haut placé.

» Un épi de 47^{mm}, ayant vingt-trois épillets, ne présentait de vaisseaux que *dans les trois épillets supérieurs,* et le terminal, plus avancé que les autres, avait seul des vaisseaux dans les étamines.

» Un épi de 50^{mm}, ayant vingt-neuf épillets, avait, *dans les cinq épillets supérieurs,* des vaisseaux d'autant moins développés que ces épillets étaien situés plus bas. Ici encore l'épillet terminal seul avait des vaisseaux dans ses étamines. A l'intérieur des glumes se retrouvaient les vaisseaux ascendants et les vaisseaux descendants que j'ai décrits ailleurs, et sur lesquels je reviendrai plus loin.

» Ces exemples suffisent ; j'ajouterai seulement que les vaisseaux appa-

raissent successivement dans les épillets de plus en plus bas placés, de sorte que ce sont toujours les inférieurs qui en sont les derniers pourvus.

» ORDRE D'APPARITION DES PREMIERS VAISSEAUX DE CHACUN DES ÉPILLETS. — L'épillet terminal et les épillets latéraux m'ont offert quelques différences notables. L'épillet terminal étant ordinairement le plus avancé, c'est par lui qu'il convient de commencer.

» *Épillet terminal.* — Dans l'épillet terminal d'un épi de 26^{mm} il existait, dans le bas de la nervure médiane de la glume inférieure, un fascicule qui prolongeait l'un des faisceaux vasculaires primaires du rachis. Dans la glume supérieure montait, à une petite hauteur aussi, un fascicule; mais il était libre par les deux bouts, et sa base se dirigeait vers le haut de l'autre faisceau primaire du rachis. En outre, dans la partie supérieure des deux glumes était un groupe vasculaire descendant vers le fascicule qui montait. De ce groupe vasculaire descendant partaient de chaque côté deux ou trois fascicules qui descendaient dans des nervures latérales, auxquelles, par en bas, n'arrivait encore aucun vaisseau. Il y avait aussi sous la glumelle inférieure un fascicule terminé par un vaisseau, qui montait assez haut dans la nervure médiane et qui était libre par en bas. Tout près, au-dessous des organes sexuels, était un autre fascicule gros et court, libre aussi par les deux bouts.

» Un épi de 25^{mm} était vasculairement plus avancé que les précédents. Le faisceau vasculaire de la nervure médiane de chacune des deux glumes de l'épillet terminal prolongeait un des deux faisceaux primaires du rachis, et ces deux faisceaux glumaires étaient renflés à leur insertion dans le réceptacle. Mais le fascicule de la nervure médiane de la glumelle inférieure était encore libre par la base, et aussi un court vaisseau du réceptacle, placé à quelque distance au-dessous des organes sexuels. Les étamines n'avaient pas de vaisseaux.

» Dans un épi de 30^{mm}, c'était la glume inférieure de l'épi terminal qui était la plus avancée au point de vue vasculaire, puis la glume supérieure, ensuite la glumelle inférieure de la fleur; la glumelle supérieure n'avait pas de vaisseaux; les étamines en possédaient.

» *Epillets latéraux.* — J'ai toujours trouvé, dans ce *Lepturus,* que les premiers vaisseaux des épillets latéraux naissent libres, indépendants de ceux du rachis, et relativement loin d'eux, et, bien que j'aie vu quelquefois le premier fascicule de la glume plus avancé que celui de la glumelle inférieure, je ne l'ai jamais rencontré seul; toujours, au contraire, le premier vaisseau ou fascicule apparu appartenait à la glumelle inférieure de la fleur. Ensuite seulement naît le premier vaisseau ou fascicule de la ner-

vure médiane de la glume, et peu de temps après un vaisseau ou fascicule court un peu au-dessous des organes sexuels. Les étamines n'acquièrent de vaisseaux que plus tard, et, dans les cas convenables observés, le premier vaisseau de la glumelle supérieure, né dans le réceptacle, était bien moins avancé que ceux qui étaient nés dans les étamines. Ces derniers étaient toujours libres par la base, éloignés des autres vaisseaux du réceptacle.

» Après ces premiers vaisseaux apparaissent ceux des nervures latérales des glumes et des glumelles. La naissance de ces vaisseaux latéraux m'a présenté une différence remarquable dans les glumes et dans les glumelles inférieures : c'est que dans les glumes le développement des vaisseaux descendants prédomine de beaucoup, tandis que, dans les glumelles inférieures, ce sont les vaisseaux ascendants qui sont prédominants. Dans les glumes, je le répète, on trouve souvent qu'un fort groupe de cellules vasculaires naît près du sommet de la nervure médiane, même avant que le fascicule qui monte du réceptacle ait atteint la base de la lame; puis du sommet de ce groupe supérieur part de chaque côté un groupe secondaire qui descend dans une nervure latérale. Pendant que ces trois faisceaux s'allongent par en bas, il naît sur leurs côtés d'autres groupes vasculaires qui descendent dans des nervures interposées de troisième ou de quatrième ordre, ou dans des marginales. Ces vaisseaux arrivent souvent près de la base de la lame avant que l'on y voie entrer des vaisseaux venus de l'axe. Cependant on trouve de bonne heure de nombreux fascicules épars dans l'insertion de l'épillet, dont je vais m'occuper maintenant.

» Insertion vasculaire des épillets. — Sous les jeunes épillets latéraux, qui n'ont encore que les premiers fascicules, vasculairement libres, de la glume, de la glumelle, etc. Ces premiers vaisseaux sont entourés par l'ébauche d'un faisceau de cellules incolores, qui est obliquement étendu jusqu'aux deux faisceaux primaires du rachis, si c'est un des épillets supérieurs que l'on observe. Un peu plus tard, les divers faisceaux de l'épillet s'allongent par en bas et se trouvent reliés entre eux et aux deux faisceaux primaires par un épatement vasculaire formé dans ce tissu d'insertion.

» Si c'est un des épillets inférieurs d'un épi plus âgé, c'est-à-dire situé dans la partie du rachis où il y a deux systèmes opposés de trois, quatre ou cinq faisceaux, il se fait sous chaque épillet un arc vasculaire continu, qui réunit les faisceaux latéraux (du côté correspondant) des deux systèmes de faisceaux. Cet arc ou épatement vasculaire s'écarte et constitue un peu plus haut l'axe court de l'épillet, etc.

» J'ai dit qu'en faisant, de bas en haut, des coupes transversales du rachis, on remarque que le nombre des faisceaux de ce rachis diminue graduel-

lement : c'est que çà et là un des faisceaux du rachis se termine dans une de ces insertions d'épillets, de sorte que l'on arrive à n'avoir plus successivement que six, cinq, quatre, trois et deux faisceaux principaux, rarement un seul, dans le rachis. Ce sont les faisceaux les plus rapprochés des deux primaires qui disparaissent les derniers.

» Ce n'est pas tout : dans des épis suffisamment âgés, on trouve que ce plexus ou épatement qui constitue l'insertion vasculaire des épillets est relié aux fascicules périphériques du rachis, dont un grand nombre monte dans la glume correspondante, où ils se terminent à une petite hauteur en s'unissant aux faisceaux de cette glume. »

M. de Lesseps fait hommage à l'Académie de la collection du « Bulletin bimensuel du canal interocéanique », du 1er septembre 1879 jusqu'au 1er de ce mois.

« Cette publication, dit M. de Lesseps, rédigée par M. Henry Bionne, ancien officier de marine, docteur en Médecine et en Droit, contient les renseignements scientifiques qui peuvent se rattacher aux études et aux travaux du canal de Panama. Nous continuerons à y insérer toutes les observations qui nous paraîtront devoir intéresser la Science.

» Au moment où mon entreprise va passer de l'état de projet à la période d'exécution, je me félicite de donner à mes confrères la première nouvelle de l'organisation d'un syndicat formé par les principaux établissements financiers des États-Unis d'Amérique et de l'Europe. Ainsi se réalise la prédiction d'un des plus forts capitalistes d'Amsterdam, qui annonçait dernièrement, pour la réalisation du canal interocéanique, la fructueuse et bienfaisante alliance de la Science et du capital. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'utilisation des cristaux des chambres de plomb.* Note de MM. Ch. Girard et A. Pabst.

(Renvoi au Concours des Arts insalubres.)

« L'application des cristaux des chambres de plomb à l'industrie est longtemps restée limitée à la décoloration de la soie; leur emploi dans les réactions chimiques du laboratoire a été indiqué par M. Stenhouse pour obtenir les phénols nitrosés, par exemple la dinitrosoorcine.

» L'introduction des dérivés diazoïques dans la fabrication des matières colorantes devait conduire à une méthode facile de préparation de ces corps, qui s'obtiennent par l'action de l'acide nitreux; ou d'un nitrite avec un acide, sur une amine aromatique primaire. Les nitrites étant difficiles à fabriquer, surtout dans les pays où l'alcool est grevé de droits, nous avons pensé que les cristaux des chambres de plomb offriraient une source abondante et économique d'acide nitreux, et nous avons pu préparer en grand les corps diazoïques, l'amidoazobenzol et la nitroalizarine, en faisant réagir l'acide nitrososulfurique sur les dérivés amidés correspondants, ou bien l'aniline et l'alizarine. Mais on sait que ces cristaux sont décomposés par l'eau en acide sulfurique et acide nitreux, lequel est ensuite décomposé en acide nitrique et bioxyde d'azote; on ne peut donc les employer qu'en présence d'une quantité d'acide sulfurique ou nitrique suffisante pour empêcher cette décomposition.

» L'excès d'acide nitrique était à rejeter, puisque, à cette concentration, il agit surtout en donnant des dérivés nitrés ou en oxydant les produits. Aussi, nous avons choisi l'acide sulfurique d'une concentration déterminée. Mais nous avons constaté que, en opérant avec les dérivés méthylés ou les amines du toluène et du xylène, les cristaux brûlaient les groupes méthyliques, et que nous obtenions des produits d'oxydation; nous avons dû recourir aux bromure et chlorure de nitrosyle. La préparation de ce dernier corps avait été indiquée par M. Tilden, en condensant les vapeurs de l'eau régale dans l'acide sulfurique et chauffant la solution avec du sel marin. Nous avons simplifié ce mode de préparation, en partant des cristaux des chambres de plomb, obtenus industriellement par l'action de l'acide sulfureux sur l'acide nitrique, ou dans la fabrication un peu modifiée de l'acide sulfurique; les cristaux sont mélangés avec du chlorure de sodium dans un appareil en fonte, et le chlorure de nitrosyle qui se dégage est dirigé dans la solution chlorhydrique refroidie de diméthylaniline, par exemple, pour obtenir la nitrosodiméthylaniline. En opérant avec un excès d'acide sulfurique, nous avons constaté que, suivant la concentration et la température de la réaction, nous obtenions les produits recherchés, ou bien des produits d'oxydation de ces corps. En effet, l'acide sulfurique agit comme dissolvant, et en même temps comme agent de substitution, en donnant des dérivés sulfoconjugués : l'élévation de température qui résulte, d'une part de la combinaison, d'autre part de l'absorption, par l'acide sulfurique excédant, de l'eau formée dans cette combinaison, est suffisante pour déterminer une action oxydante de la part du

dérivé nitreux : on se trouve donc dans les conditions générales où les acides nitreux et nitrique agissent comme oxydants.

» Nous avons alors pensé que l'application d'un tel mélange à l'oxydation des produits sulfurés, gras et aromatiques, devait complètement les détruire : c'est ce que l'expérience a démontré pleinement. En faisant passer les gaz qui s'échappent soit dans la dessiccation des matières des vidanges, soit dans la transformation en sulfate de l'ammoniaque qui en provient, soit dans la carbonisation des matières animales par la calcination ou sous l'influence de l'acide sulfurique, nous avons pu oxyder et détruire complètement les produits odorants. Ces gaz se composent, comme on le sait, de produits entraînés mécaniquement par l'air chaud ou par la vapeur à l'état vésiculaire, et sont surtout formés d'indol et de scatol, de mercaptans et de cyanures ou isocyanures gras et aromatiques. Les égouts entraînant une quantité considérable de vidanges et communiquant avec les fosses d'aisances, nous avons pu constater, dans les gaz qu'ils entraînent, la présence d'une certaine quantité de ces corps. La difficulté de se procurer une grande quantité de ces gaz et de pouvoir doser la proportion des divers produits qu'ils renferment nous empêche de donner encore des indications plus précises; nous espérons pouvoir bientôt communiquer à l'Académie le résultat de nos recherches. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier Volume des « Œuvres mathématiques et physiques de *George-Gabriel Stokes* » ;

2° L'« Album de Statistique graphique, juillet 1880 », publié par le Ministère des Travaux publics.

3° Un Ouvrage de MM. *Falsan* et *Chantre*, intitulé « Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône ». (Cet Ouvrage, présenté par M. Daubrée, est renvoyé à la Commission du prix Bordin pour 1880.)

4° Le « Bulletin de la Société polytechnique militaire », Cours gratuits destinés aux officiers de la réserve de l'armée active et de l'armée territoriale.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Faye, faites à l'Observatoire de Florence-Arcetri*, par M. Tempel. Note présentée par M. Lœwy.

« M. Tempel a retrouvé la comète de Faye le 11 août; mais elle était, à cette époque, trop faible pour pouvoir être observée. Plus tard, l'éclat de la Lune a empêché toute observation. Ce n'est que le 25 août qu'elle a pu être comparée à plusieurs étoiles; mais elle était, dans cette soirée, très petite et très peu lumineuse, à cause du crépuscule, de la lumière de la Lune du mauvais état de l'atmosphère. Les journées suivantes, bien que petite, elle était assez brillante pour pouvoir être facilement observée. Voici les observations effectuées :

Dates. 1880.	Temps moyen d'Arcetri.	Δα(☄ — ✶).	Δδ(☄ — ✶).	Étoiles.
	h m s	m s	′ ″	
Août 25......	8.55.39	+ 0.14,85	+ 0.42,9	10^m, indéterminée.
» 25......	9. 1.35	— 0.48,12	+ 4.25,6	B.D. 4910, indéterminée.
» 25......	9.43. 1	+ 3.21,00	»	Lal. 45446.
» 27......	8.52.42	+ 3.12,32	— 0.33,6	Schjell. 95456.
» 31......	8.46.42	+ 2. 0,30	+ 3.31,3	Lam. 3330.
Septembre 22...	7.26.49	+ 0.37,98	+ 5.23,1	Ann. de Paris 1858.

» Les positions des trois dernières étoiles de comparaison sont :

	Positions moyennes, 1880,0.		Réduction au jour.	
	α.	δ.	Δα.	Δδ.
	h m s	° ′ ″	s	″
Schjell. 9545-6....	23. 6.34,36	+ 10.18. 5,7	+ 4,32	+ 26,1
Lam. 3330......	23. 5.39,65	+ 9.54. 5,7	+ 4,36	+ 26,7
1858 Paris......	22.53.44,42	+ 6.42.52,4	+ 4,44	+ 29,0

» Les trois observations deviennent donc :

Dates. 1880.	Temps moyen d'Arcetri.	α app. ☄.	δ app. ☄.
	h m s	h m s	° ′ ″
Août 27.........	8.52.42	23. 9.51,00	+ 10.17.58,2
» 31..........	8.46.42	23. 7.44,31	9.58. 3,7
Septembre 22......	7.26.49	22.54.26,84	+ 6.48.44,5

PHYSIQUE. — *Sur quelques questions thermométriques*. Note de M. J.-M. Crafts, présentée par M. Friedel.

« M. Pernet, dans une Communication du 6 septembre, fait mention d'une opinion, fondée sur des expériences récentes, d'après laquelle « le rôle de la pression dans l'élévation permanente du point zéro dans les thermomètres à mercure est nul ou très petit », et il dit qu'il est déjà arrivé en 1875 à « une conclusion tout à fait analogue ».

» Un aperçu historique sur quelques faits de thermométrie, que j'ai déjà préparé pour un Mémoire plus détaillé, m'a donné l'occasion de citer bien souvent l'important travail de M. Pernet, en suivant le texte de son Mémoire de 1875; mais, comme je n'ai pu donner, dans les limites d'une Communication à l'Académie, le développement désirable aux vues de plusieurs auteurs, j'ai voulu prévenir toute question de priorité en disant expressément que j'avais « essayé de compléter les expériences d'autres observateurs » et de *résumer* les théories les plus importantes. »

» Encore aujourd'hui, je me trouve embarrassé pour rendre justice ici aux vues intéressantes exprimées par M. Pernet dans son long Mémoire; mais, en relisant ce Mémoire, je n'y trouve pas l'expression de la conclusion ci-dessus. Il dit bien que la part de la pression dans la *dépression temporaire* du zéro est réduite à un rôle subordonné, et il a fait des expériences sur ce sujet; mais, quand il s'agit de l'*élévation permanente* du zéro, il donne, dans un résumé général, comme causes : 1° le travail intérieur, suivant la théorie de Despretz; 2° la pression atmosphérique. Dans deux autres endroits (p. 262-263 et 271), il parle seulement de la pression atmosphérique comme cause de l'élévation du zéro qui a lieu dans le cours des années. En examinant le travail de M. Pernet, je trouve, de plus, peu d'analogie entre nos méthodes expérimentales.

» Il s'est occupé des dépressions temporaires du zéro, et les expériences qu'il a faites sur l'action de la pression se rapportent exclusivement à ce phénomène; elles ne me paraissent pas offrir les indications nécessaires pour fonder une hypothèse sur la cause de l'élévation permanente du zéro. M. Pernet a divisé en trente-trois parties, à l'œil, sans appareil micrométrique, l'espace d'un dixième de degré, qui est égal, sur son meilleur thermomètre, à $0^{mm},52$. Il observe des variations qui ne dépassent pas $0°,4$, en admettant une erreur moyenne de $\mp 0^{mm},016$. Je me suis contenté d'une

approximation plus grossière, et, en observant des quantités qui s'élèvent à 26°, j'ai essayé de combiner des expériences de manière à pouvoir apprécier une augmentation ou diminution notable de l'élévation *permanente* du zéro, si un tel effet avait lieu par suite d'un excès de pression extérieure ou intérieure. Ces expériences m'ont paru nécessaires avant de pouvoir combattre l'opinion encore très répandue ([1]), que la pression atmosphérique est l'agent principal qui fait contracter les boules des thermomètres.

» Tout en admettant *a priori* que l'action lente de la pression puisse très probablement produire une déformation permanente du verre, je prétends que cette hypothèse reste encore à prouver, et que les effets beaucoup plus considérables du travail intérieur du verre masquent complètement l'action de la pression, dans tous les phénomènes observés jusqu'à présent sur les thermomètres, quand il s'agit d'un changement de volume *permanent*. Il ne me paraît pas nécessaire à présent d'admettre aucune différence de nature entre les effets que l'on peut produire à 355° ou à la température ordinaire.

» Je me permets d'ajouter quelques réflexions sur la question très importante de la fixité de l'intervalle entre les points 0° et 100°, qui dépend nécessairement de la fixité du coefficient de dilatation moyenne du verre entre ces limites.

» On sait que le coefficient absolu de dilatation du verre, comme de tous les corps solides ou liquides, augmente avec la température; et ce n'est qu'à l'état gazeux qu'on observe le plus fort coefficient, qui reste presque fixe et qui est commun à tous les corps. On peut supposer que l'augmentation du coefficient de dilatation est due principalement à l'écart plus considérable des particules, qui diminue leurs attractions mutuelles (cohésion), et l'on peut poser la question suivante : Un même changement de volume produit par une cause quelconque peut-il avoir pour conséquence, entre certaines limites, un effet presque identique ?

» Comparons la variation du coefficient qui accompagne la contraction permanente de l'ampoule d'un thermomètre, avec les variations de volume et de coefficient que l'on observe à différentes températures. Lorsqu'un vase en cristal est refroidi de 220° à 50°, son volume diminue dans le rapport de 1,0039 à 1. Son coefficient moyen de dilatation pour un intervalle

---

([1]) M. Buff a exprimé très nettement cette opinion en 1878 (*Berichte der deutschen Chem. Gesell.*, t. XI, p. 1078).

de 100°, entre 170° et 270°, est 0,0000236, et ce coefficient devient égal à 0,0000228 pour l'intervalle entre 0° et 100°. J'ai observé, sur trois thermomètres en cristal chauffés longtemps à 355°, une diminution permanente de volume dans la proportion de 1,0040 à 1, et en même temps les coefficients moyens de dilatation entre 0° et 100° ont diminué dans la proportion de 0,0000239 à 0,0000228. Des essais effectués avec des thermomètres en verre de soude ont donné des résultats analogues.

» Je ne fais qu'établir une comparaison générale entre ces deux phénomènes; il faudrait des mesures plus nombreuses et plus exactes pour pouvoir soumettre la question à l'analyse mathématique, mais il me paraît que la liaison entre ces propriétés de la matière est constatée : il est très probable que le moindre changement de volume est accompagné par un changement du coefficient de dilatation, et qu'une étude très minutieuse pourrait révéler cette variation dans les thermomètres qui ont subi un petit déplacement permanent du zéro.

» Ces essais préliminaires ont été faits en vue d'un nouveau système de graduation des thermomètres, que je demanderai bientôt à présenter à l'Académie. Ils ont eu pour but de remédier à des défauts (¹) qui enlèvent aux thermomètres toute exactitude à de hautes températures; je n'ai cherché à examiner à fond que les sujets qui avaient une influence directe sur cette question. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la décomposition des sels par les liquides.* Note de M. A. DITTE.

« J'ai montré dans plusieurs Mémoires (²) que la décomposition d'un sel par l'eau s'effectue suivant des lois tout à fait analogues à celles qui régissent la dissociation des corps par l'action de la chaleur, ou plutôt que ces dernières, telles que M. H. Sainte-Claire Deville les a formulées, sont entièrement applicables aux phénomènes de dissociation par l'eau. J'ai également établi que la présence d'un sel ou d'un acide étranger, sans action sur le sel qui se décompose, ne trouble pas plus la réaction que ne

(¹) Je désire signaler ici un travail de M. Löwenherz (*Berichte der deutschen Chem. Gesell.*, 1877, p. 469), qui a proposé des moyens en partie identiques avec les miens pour rendre les indications d'un thermomètre plus constantes.

(²) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 915, 956, 1254.

le fait la présence d'un gaz étranger dans une enceinte où se dissocie un corps, tel que le carbonate de chaux par exemple, c'est-à-dire que la dissociation d'un sel par une dissolution aqueuse, saline ou acide s'effectue suivant les mêmes lois que la décomposition par l'eau pure. Les lois de la dissociation par voie de dissolution sont les mêmes, quel que soit le liquide décomposant. Prenons comme exemple l'oxychlorure de calcium. Ce composé s'obtient aisément par l'action d'un lait de chaux sur une dissolution concentrée et chaude de chlorure de calcium; la liqueur filtrée donne par refroidissement de belles aiguilles présentant la composition

$$3CaO, CaCl, 16HO.$$

L'eau les décompose en dissolvant le chlorure. A mesure qu'on en ajoute davantage, on voit les cristaux disparaître, en même temps qu'il se dépose lentement, au fond du vase, une couche de chaux hydratée en poudre très ténue; mais la décomposition cesse dès que, à la température de 10° par exemple, la liqueur contient par litre 85^{gr} de chlorure de calcium; elle dissout alors l'oxychlorure sans le décomposer. Si donc on introduit un lait de chaux dans une dissolution de chlorure de calcium, on comprend que la base se conduira d'une façon bien différente selon qu'elle trouvera dans la liqueur telle ou telle proportion de chlorure. Ainsi, à 10°, elle sera sans action si cette proportion n'atteint pas 85^{gr} par litre; mais, si cette limite est dépassée, la chaux s'emparera de ce sel, de manière à n'en laisser que 85^{gr} à l'état de liberté; elle transformera le reste en oxychlorure, qui se dissoudra à raison de 11^{gr} environ par litre et qui se déposera une fois la liqueur saturée.

» L'alcool se comporte comme l'eau. Il décompose l'oxychlorure, du chlorure de calcium se dissout, de la chaux se dépose, tant que, à la température de 17°, 1^{lit} de liqueur ne renferme pas 130^{gr} environ de chlorure de calcium. Une telle dissolution n'a plus d'autre effet sur l'oxychlorure que de le dissoudre jusqu'à en être saturée. Si l'on ajoute à cette liqueur de la chaux, elle n'a aucune influence; du chlorure de calcium, il se dissout tout simplement; mais l'addition d'alcool détermine une décomposition nouvelle du sel double, et celle-ci ne s'arrête qu'après la destruction totale de ce composé ou le retour de la liqueur au titre de 130^{gr} par litre de chlorure de calcium.

» Si, d'autre part, prenant une solution alcoolique de chlorure de calcium saturée à 17°, on lui ajoute de la chaux, on constate que le titre

de la dissolution s'abaisse. La chaux absorbe le chlorure, se combine avec lui, jusqu'à ce qu'il ne reste plus dans 1^{lit} d'alcool que 130^{gr} de chlorure libre, puis la réaction s'arrête. On retrouve bien, on le voit, la même composition limite de la liqueur, soit qu'on décompose par l'alcool pur l'oxychlorure de calcium, soit qu'on introduise un excès de chaux dans de l'alcool saturé de chlorure de calcium.

» Ainsi, la chaux, l'alcool et l'oxychlorure sont en équilibre relatif dans une liqueur renfermant, à 17°, 130^{gr} de chlorure de calcium par litre d'alcool. Si cette quantité diminue, l'alcool décompose de l'oxychlorure, jusqu'à ramener la liqueur à ce titre; si, au contraire, la dose de chlorure de calcium augmente, la chaux en excès le transforme en oxychlorure, de manière à n'en laisser que 130^{gr} à l'état de liberté.

» L'alcool butylique décompose également l'oxychlorure de calcium, et, soit qu'on le décompose par ce liquide, soit qu'on introduise un excès de chaux dans de l'alcool butylique chargé de chlorure de calcium, on arrive à la même composition limite de la liqueur. Au premier cas, la décomposition s'arrête dès que l'alcool à 16° renferme par litre 54^{gr} environ de chlorure; au second cas, la chaux forme avec le chlorure de l'oxychlorure moins soluble, jusqu'à ce qu'il ne reste plus que 54^{gr} de chlorure dans 1^{lit} de liqueur. Du moment qu'à 16° l'alcool butylique contient cette quantité de chlorure, il y a équilibre entre la chaux, le chlorure et l'alcool.

» Avec l'alcool amylique tout se passe de la même façon. Ce liquide, chargé de chlorure de calcium, en abandonne une partie à de la chaux qu'on lui ajoute, jusqu'à ce que, à 16°, 1^{lit} d'alcool ne contienne plus que 48^{gr} de chlorure dissous. La chaux, à partir de ce moment, ne joue plus aucun rôle; les éléments en présence sont en équilibre, et la dissolution de 48^{gr} de chlorure dans 1^{lit} d'alcool amylique est incapable de décomposer à 16° l'oxychlorure de calcium. Si avec l'un quelconque de ces alcools on élève la température, une nouvelle quantité du sel double se décompose, jusqu'à ce que la concentration de la liqueur en chlorure de calcium libre corresponde à l'état d'équilibre qui convient à la nouvelle température.

» L'alcool propylique, l'éther, etc., se comportent de même. On observe les mêmes phénomènes avec d'autres composés, tels que le chlorure double de magnésium et de potassium, par exemple.

» Les lois de la dissociation par la chaleur, qui s'appliquent à la décomposition des sels par l'eau pure et par les dissolutions salines ou acides,

s'appliquent donc encore à la décomposition par les alcools. Il ne paraît pas téméraire de penser qu'elles régissent, d'une manière générale, les décompositions des sels par voie humide, quel que soit d'ailleurs le dissolvant employé. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action physiologique du* Conium maculatum. Note de M. **Bochefontaine** [1], présentée par M. Gosselin.

« Dans une Communication à l'Académie, le 27 mai 1878, nous avons, M. Tiryakian et moi, émis l'idée que le *Conium maculatum* (grande ciguë) contient « deux principes actifs, au moins, doués de propriétés différentes » : l'un d'eux, la *conine* (conicine ou cicutine), possédant l'action physiologique de la grande ciguë, celle qui a été signalée par Orfila, Gübler, M. Christison, est paralysant du système nerveux central ; l'autre, reconnu également par différents auteurs et se comportant à peu près comme le curare. De plus, un certain nombre d'expériences, avec un sel bromhydrique retiré de la grande ciguë par M. Mourrut, nous ayant donné des résultats sensiblement pareils à ceux de la conine, nous avons adopté pour ce sel le nom de *bromhydrate de conine*.

» Depuis, le 21 juillet 1879, M. J.-L. Prevost (de Genève) a présenté à l'Académie les conclusions d'un travail tendant à établir que « la paralysie » produite par le bromhydrate de conine est le résultat de la paralysie » des nerfs moteurs qui perdent aussi leur excitabilité ». Enfin, M. Prevost, sans mentionner aucune expérience avec la conine elle-même, se range à l'opinion de « MM. Kölliker, Guttmann, Martin-Damourette et Pelvet, » Jolyet, Cahours et Pélissard, Lautenbach, etc. » et admet que cet alcaloïde possède une action paralysante sur les nerfs moteurs.

» Les conclusions de M. J.-L. Prevost étaient donc absolument différentes de celles auxquelles nous étions arrivés, M. Tiryakian et moi. Il m'a paru nécessaire de chercher à découvrir les raisons de cette différence, et j'ai fait, dans ce but, de nouvelles expériences sur l'action physiologique et thérapeutique de la grande ciguë. Ce sont les résultats de ces récentes recherches que je viens soumettre à l'Académie.

» La conine n'est pas absorbée par la muqueuse de l'appareil digestif chez le chien seulement ; elle l'est encore chez l'homme, car, après avoir

---

[1] Travail du laboratoire de M. Vulpian.

été donnée en potion à plusieurs individus, elle a déterminé de l'affaiblissement général et la disparition de violentes douleurs d'estomac. Quelques gouttes de cet alcaloïde appliquées directement sur certaines membranes muqueuses se sont comportées comme un analgésiant et même ont déterminé de la somnolence pendant plusieurs heures. Or, de tels phénomènes ne sont pas produits par le curare.

» Les expériences qui suivent font ressortir d'autres dissemblances entre l'alcaloïde de la grande ciguë et le curare.

» 1. Sur un chien bien portant, de forte taille, on injecte dans une veine saphène $0^{gr},07$ environ de conine en solution hydro-alcoolique convenable, après avoir sectionné un nerf sciatique. La réflectivité de l'axe gris bulbo-médullaire est promptement abolie, et la faradisation du bout central du nerf sectionné ne détermine plus de manifestations de douleur ni de mouvements réflexes, ou, pour être plus précis, ne provoque plus, comme avant l'injection, de cris ni de mouvements de la tête ou des membres, tandis que la même excitation du bout périphérique produit ses effets habituels.

» Ne convient-il pas de rappeler ici une autre différence caractéristique signalée par MM. Jolyet et Pélissard, puis par M. J.-L. Prevost, entre le curare et notre alcaloïde, ce dernier paralysant les nerfs pneumogastriques avant tous les autres nerfs, c'est-à-dire agissant à l'inverse du curare?

» 2. Sur deux grenouilles on sectionne le sacrum en travers, et on lie le tronc à sa partie moyenne à l'exception du plexus ischiatique. On introduit alors sous la peau de l'avant-bras d'une grenouille une gouttelette de curare; sur l'autre on introduit de même une solution convenable de conine. Lorsque les deux animaux sont en résolution, on pince sur chacun d'eux les doigts du membre antérieur intact, ou bien on touche la peau de l'aisselle, du flanc d'un côté, ou le pourtour de l'anus, avec une gouttelette d'acide : la grenouille curarisée exécute aussitôt, avec les membres postérieurs, les mouvements adaptés de défense ou de fuite, tandis que l'autre reste immobile.

» Il ressort de ces expériences que la conine diminue ou abolit les propriétés physiologiques des centres nerveux avant d'agir comme le curare sur la substance « jonctive nervo-musculaire (Vulpian) ». Sur le chien et sur la grenouille, cet alcaloïde finit toutefois par abolir l'excito-motricité nerveuse, s'il est donné en quantité suffisante ; mais alors il est fatalement mortel pour les batraciens aussi bien que pour les mammifères.

» L'action physiologique de notre substance est donc différente de celle du curare.

» Quant aux effets des bromhydrates retirés de la ciguë, voici le résumé des résultats obtenus avec des produits cristallisés sous une même forme géométrique et préparés par M. Mourrut, la plupart au laboratoire de M. Vulpian.

» On peut diviser ces bromhydrates en deux groupes :

» *a*. Les uns gardant une couleur ambrée et ressemblant aux échantillons dont nous nous sommes servis, M. Tiryakian et moi. Ces types de bromhydrate de conine, plus toxiques que ceux de la catégorie suivante, se comportent sensiblement comme la conine; ils représentent donc l'action physiologique *principale* de cet alcaloïde.

» *b*. Les autres, incolores ou légèrement nacrés, purifiés par plusieurs cristallisations, et dont un était pareil à celui dont M. J.-L. Prevost a fait usage, se sont montrés moins toxiques que les sels jaunâtres, et n'ont pas agi de la même facon qu'eux. Les grenouilles paralysées par $0^{gr},015$ ou $0^{gr},020$ de ces bromhydrates purifiés ont perdu l'excito-motricité nerveuse, à l'instar des grenouilles curarisées; mais aucune n'est revenue à la vie comme l'ont fait les grenouilles engourdies par le curare et placées d'ailleurs dans les mêmes conditions. Une dose un peu inférieure, capable cependant d'engourdir incomplètement les grenouilles de sorte que ces batraciens gardent quelques mouvements spontanés, donne encore la mort au bout de deux et même trois jours.

» En quoi ces deux sortes de bromhydrates diffèrent-ils au point de vue chimique ? C'est une question à laquelle je ne saurais répondre à présent.

» Je me bornerai à remarquer que les cristallisations successives tendent à éliminer le principe paralysant des centres nerveux, en fixant le principe curarisant.

» Quant à l'action comparée de la grande ciguë et du curare, il semble que l'on pourrait la formuler ainsi : *La ciguë peut agir comme le curare, mais elle produit, en outre, des effets physiologiques qu'on n'observe pas chez les animaux soumis à l'action du curare.* »

TÉRATOLOGIE ET TÉRATOGÉNIE VÉGÉTALES. — *Dimorphisme floral et pétalodie staminale, observés sur le* Convolvulus arvensis *L.; création artificielle de cette dernière monstruosité*. Note de M. **Ed. Heckel**, présentée par M. A. Chatin. (Extrait.)

« Le *Convolvulus arvensis* présente, dans la région méditerranéenne, trois variations quant à la couleur de la corolle : 1° certains pieds portent des fleurs d'un rose plus ou moins foncé, avec des bandes extérieures plus accusées, correspondant aux plis de préfloraison ; 2° d'autres ont la corolle blanche, pourvue à l'extérieur des mêmes taches purpurines; 3° d'autres enfin présentent une décoloration complète *intus* et *extra* de cet organe. Cette dernière forme, moins répandue que les précédentes, me paraissait depuis longtemps déjà être une application des règles formulées par Darwin dans son *Cross and self fertilisation*, relativement à la disparition du coloris

corollin dans les plantes longuement autofécondées, quand des faits tératologiques sont venus me confirmer dans cette opinion.

» Il y a trois ans, j'ai observé que des phénomènes de pétalodie staminale se montrent exclusivement dans les variations 2° et 3°, et plus fréquemment dans la dernière. Ces monstruosités consistent dans la naissance, sur le dos du filet, d'une languette décolorée, verticale et parallèle à la partie supérieure de la corolle, ou réflexe et engagée dans son tube. Cet appendice peut atteindre ou dépasser le bord de la cupule florale, et se souder même à la corolle sur la ligne de jonction de ses pièces. Le plus souvent, deux d'entre elles seulement sont frappées de cette monstruosité : ce sont les plus courtes. Quand ces modifications se produisent profondément, elles retentissent sur l'ovaire, qui, sans cesser toujours d'être fécond, devient monstrueux. Il y a séparation ou indice de séparation entre les deux loges de l'ovaire, et formation d'une troisième corne stygmatique. Les anthères deviennent rarement pétalodiques et portent un pollen normal. Ces monstres sont donc souvent fertiles ([1]).

» Jugeant que la fécondation directe devait avoir présidé à cette formation monstrueuse, j'entrepris, dès 1877, quelques expériences pour vérifier cette opinion. Je pratiquai des autofécondations sur les deux formes 1° et 3° (à fleurs roses et fleurs blanches), et j'en semai les graines en 1878. Les plants issus de cette première génération ne présentèrent rien que de normal; il en fut de même pour la deuxième génération autofécondée de 1879. La troisième génération, semée en avril 1880, m'a donné en août *deux* pieds, sur *six*, atteints de monstruosité pétalodique semblable à celle que je viens de décrire, mais sur un filet seulement. Aucune altération corrélative de l'ovaire ne s'est montrée, comme c'est le cas du reste dans les monstres spontanés à une seule étamine pétalodique. Je sèmerai en avril prochain les graines, en petit nombre, que je viens de recueillir sur mes monstres artificiels, pour voir si l'altération des étamines se compliquera dans le sens que j'ai observé dans les conditions naturelles. Les pieds issus des semences du Liseron à fleurs rouges autofécondé pendant trois géné-

---

([1]) Ce mode spécial de pétalodie n'a été signalé jusqu'ici dans aucune autre plante, si ce n'est dans la *pomme de terre*, par Schlechtendal. Darwin (*Des effets de la fécondation croisée et de la fécondation directe dans le règne végétal;* trad. Ed. Heckel, p. 40; Paris, Reinwald, 1877) semble indiquer quelque chose d'analogue, survenu tardivement parmi des plants d'*Ipomœa purpurea* soumis à l'autofécondation continue pendant *neuf* générations consécutives; mais l'auteur s'est abstenu de rechercher la cause de cette formation.

rations m'ont paru, cette année, porter des corolles un peu décolorées; mais je n'oserais l'affirmer.

» Quoi qu'il en soit, ces résultats, rapprochés de ceux que m'ont donnés comparativement les graines de la forme à fleur blanche livrée à elle-même et non autofécondée (graines qui m'ont fourni constamment des pieds à fleurs blanches sans difformité), me permettent de croire que la pétalodie est le fait de la fécondation directe, longtemps continuée. Il s'ensuivrait que le procédé autogamique a pour résultat, chez les végétaux comme chez les animaux, mais à plus longue échéance chez les premiers, d'altérer les organes de la reproduction et de conduire à l'infécondité absolue.

» Je dois signaler encore un fait intéressant de dimorphisme floral, observé chez le même *Convolvulus*. A l'extrémité des rameaux secondaires et vers la fin de la saison (du 15 août au 1er octobre environ dans la région méditerranéenne), apparaissent des fleurs ne présentant rien que de normal partout ailleurs, si ce n'est dans les étamines. Ces organes sont tous frappés d'une réduction considérable du filet, qui les rend presque sessiles. Ainsi devenues égales en longueur, ces étamines portent des anthères qui passent à la couleur jaune brun. Le pollen y revêt les formes et les dimensions ordinaires, et cependant ces fleurs restent infécondes, probablement parce que l'imprégnation pollinique directe est rendue impossible par la disposition qui éloigne les organes mâles du stygmate, et que, d'autre part, la pollinisation croisée ne peut plus se réaliser, les insectes qui fréquentent les fleurs de *Convolvulus* à l'époque de la plus abondante floraison ayant disparu pour visiter d'autres plantes. »

M. A. Barbaste adresse une Note concernant la « relation entre le rayon et le côté de l'ennéagone régulier ».

M. Chasles présente, de la part de M. *Archer Hirst*, directeur des études au Collège naval de Greenwich, un exemplaire d'un travail *On the complexes generated by two correlative planes,* auquel se trouve jointe cette courte Notice de l'auteur :

« L'ensemble de toutes les droites qui passent par deux points conjugués de deux plans corrélatifs donnés dans l'espace forme un complexe du second degré qui n'a pas encore été étudié. Ce sont les propriétés de tels complexes et les modifications qu'elles éprouvent lorsqu'on change la nature même de la corrélation ou les positions relatives des deux plans donnés qui se trouvent dans le Mémoire actuel. »

M. Milne-Edwards présente, de la part de M. *Henry Gervais*, le complément du grand Ouvrage sur « l'ostéologie des Cétacés » dont son père, en collaboration avec M. van Beneden, s'était occupé pendant les dernières années de sa vie. Notre ancien confrère, M. le professeur Gervais, avait laissé les notes nécessaires pour la rédaction de cette livraison terminale, et son fils n'a rien négligé pour que cette publication fût digne de la réputation de ses deux auteurs.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 septembre 1880.

Notice sur la vie et les travaux de M. Gaugain; par M. Th. du Moncel. Caen, impr. Le Blanc-Hardel, 1880; br. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord pendant l'année 1879, *présenté à M. le préfet du Nord, par* M. le Dr Pilat; n° XXXVIII. Lille, impr. Danel, 1880; in-8°.

Manuel de Conchyliologie, ou histoire naturelle des Mollusques vivants et fossiles; par le Dr P. Fischer. Pages 1 à 112. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

Mémoire sur l'emploi de l'épaisseur dans la théorie des surfaces élastiques; par Mlle Sophie Germain. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°.

Recherches sur l'influence exercée par l'isomérie des alcools et des acides sur la formation des éthers composés; par M. Menschutkin. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique*.)

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 7e série, t. XXVII, n° 12. Saint-Pétersbourg, 1880; in-4°.

Aids to the study and forecast of weather; by W. Clement Ley. London, J.-D. Potter, 1880; in-8°.

Address before the american Association for the advancement of Science, Section A; by Asaph Hall. Cambridge, John Wilson and Son, 1888; br. in-8°.

L'universo ossia il mondo disvelato. Carriera degli esseri nel mondo; per il Dre GIRAUD GIUSEPPE. Torino, 1878; in-8°.

La genesi delle forze; per il Dre GIRAUD GIUSEPPE. Torino, 1880; br. in-8°.

La mia lanterna nella Scienza, in Medicina, scoperte e pensieri; per il Dre GIRAUD GIUSEPPE. Torino, 1879; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 OCTOBRE 1880.

Ministère des Travaux publics. Direction des cartes, plans et archives et de la statistique graphique. Album de Statistique graphique; juillet 1880. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4° cart.

Mémorial du Dépôt général de la Guerre, imprimé par ordre du Ministère; t. XI, publié par le commandant PERRIER : *détermination des longitudes, latitudes et azimuts terrestres en Algérie;* 3e fascicule. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°.

Bulletin du Canal interocéanique; 1re année, 1879-1880. Paris, impr. de la Société de publications périodiques, 13, quai Voltaire, 1880; in-4°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles; par MM. VAN BENEDEN et PAUL GERVAIS; livr. 17, texte et planches. Paris, Arthus Bertrand, 1880; in-4° et in-folio. (Présenté par M. H. Milne-Edwards.)

Société polytechnique militaire. Cours gratuits destinés à MM. les officiers de la réserve de l'armée active et de l'armée territoriale, etc. Bulletin. Paris, au siège de la Société, 168, rue du Faubourg-Poissonnière, 1880; in-8°.

Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône; par A. FALSAN et E. CHANTRE. Lyon, impr. Pitrat, 1880; 2 vol. in-8°, avec Atlas in-folio. (Présenté par M. Daubrée pour le Concours Bordin 1880.)

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1878-79. Rouen, impr. H. Boissel; Paris, Picard, 1879; in-8°.

Ville de Sèvres (Seine-et-Oise). Pose de la première pierre des nouvelles écoles municipales le 29 *août* 1880. Versailles, impr. Cerf, 1880; opuscule in-8°.

Carte du Soudan occidental, dressée par M. MAGE, lieutenant de vaisseau. Carte en deux feuilles.

Sénégal. Itinéraire de Médine à Makan' Diambougou, levé par M. VALLIÈRE *en* 1880. Carte en deux feuilles.

Mathematical and physical papers; by G.-G. STOKES. Vol. I. Cambridge, at the University press, 1880; in-8° relié.

On the complexes generated by two correlative planes; by T. ARCHER HIRST. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei compilati dal Segretario; anno XXXIII, sessione II, III, IV, gennaio-marzo 1880. Roma, 1880; 2 livr in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 OCTOBRE 1880

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison de la séance publique annuelle des cinq Académies, qui aura lieu le lundi 25 octobre, la séance ordinaire de l'Académie des Sciences sera remise au mardi 26 octobre.

En raison des fêtes de la Toussaint, la séance du lundi 1er novembre sera également remise au mardi 2 novembre.

THERMOCHIMIE. — *Sur le rôle du temps dans la formation des sels*; par M. **Berthelot**.

« Le rôle du temps dans les actions chimiques était autrefois méconnu, ou attribué au défaut de contact et d'homogénéité, en tout cas regardé comme de peu d'importance. Il a été surtout signalé à l'attention des chimistes, qu'il me soit permis de le rappeler, à la suite de mes recherches sur la synthèse des corps gras neutres et des éthers polyatomiques, résultant de l'union des acides et des principes sucrés (1854), combinaisons formées par la voie directe et le seul contact prolongé des corps réagissants.

» C'est en 1860-1862, dans le cours de mes études sur les éthers, que j'ai exécuté les premières déterminations systématiques, au double point de vue expérimental et théorique, sur la vitesse des réactions chimiques [1], sujet qui a été, dans ces dernières années, l'objet des expériences et des spéculations d'un grand nombre de savants. Si je cite ces divers travaux, c'est pour rappeler l'opposition qu'ils ont mise en évidence entre les réactions éthérées, ordinairement lentes et progressives, même dans les systèmes homogènes (liquides ou gazeux), et les réactions salines, dont la durée est si courte, dans la plupart des cas, qu'elle échappe à nos moyens présents de mesure.

» Que l'on fasse agir un acide dissous dans l'eau sur une base ou sur un sel dissous, ou bien une base dissoute sur un acide ou sur un sel dissous, ou bien encore deux sels dissous l'un sur l'autre : toutes les fois que les produits résultants sont également solubles et forment un système homogène, la réaction n'exige en général, pour s'accomplir, aucun intervalle de temps appréciable, autre que celui nécessaire pour effectuer le mélange exact des deux liqueurs. C'est ce qui peut être vérifié, soit par la mesure initiale des variations de température produites par le mélange, mesure contrôlée par l'étude thermique réciproque du système final, au bout d'une durée quelconque de conservation ; soit par la mesure de la densité, ou des propriétés optiques et physiques de toute nature des liquides, tant au début qu'après une durée quelconque de conservation.

» Certains doutes ayant été émis *a priori* sur la durée réelle des réactions salines, quelles qu'elles soient, il est opportun de montrer que ces doutes n'ont aucun fondement et qu'ils sont contredits formellement par l'observation.

» En effet, l'étude calorimétrique des systèmes finals, conservés depuis un temps quelconque, a été faite dans plus d'un millier de cas, par les méthodes de décompositions réciproques que je rappellerai tout à l'heure et qui sont susceptibles d'une grande précision ; elles n'ont accusé, en général, aucun excédent thermique, correspondant à une variation lente dans l'arrangement intérieur de la dissolution. Je possède des liqueurs dont la préparation remonte à plus de dix années et qui ont gardé une constitution chimique invariable, depuis les premières secondes de leur préparation. Non seulement les propriétés thermiques, mais toutes les propriétés physiques connues de semblables mélanges, propriétés dont quelques-unes se prêtent

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 13, 38, et surtout 58, 92, 109.

à des mesures excessivement précises, demeurent en général invariables, à partir du moment où le thermomètre a lui-même cessé de monter ou de descendre.

» Précisons davantage ce genre de démonstration.

» Lorsqu'un système liquide, solide, ou gazeux, éprouve des changements lents, par suite de quelque modification progressive dans sa constitution physique ou chimique, ces changements n'échappent point aux méthodes thermiques, quel que soit d'ailleurs le temps nécessaire à leur accomplissement. Il suffit, pour les étudier, de recourir au théorème des actions lentes [1], d'après lequel : *la chaleur dégagée dans une action lente est la différence entre les quantités de chaleur dégagées lorsque l'on amène à un même état final, à l'aide d'un même réactif, le système des composants et celui des produits de la réaction lente.*

» J'ai fait de nombreuses applications positives de ce théorème à l'étude de diverses questions, parmi lesquelles je citerai : la formation lente des éthers et des amides; la formation électrique de l'ozone; les états variables du soufre; ceux des corps récemment fondus et des précipités; la décomposition spontanée du phosphate triammoniacal dans sa dissolution même; l'hydratation lente de certains corps anhydres au sein des dissolutions aqueuses qu'ils forment tout d'abord (acide acétique anhydre, bisulfate de potasse anhydre, etc.); la séparation progressive, à froid et à chaud, entre l'acide et la base des sels ferriques dissous, etc.

» Mais, dans les réactions salines, le temps n'intervient ainsi que pour des corps tout à fait spéciaux, susceptibles de varier par leur hydratation ou leurs états isomériques. En général, la même méthode, appliquée dans des centaines d'expériences aux actions réciproques des acides solubles, des bases solubles et des sels dissous, démontre que ces réactions sont accomplies et que l'équilibre chimique résultant est atteint au bout d'un temps excessivement court.

» Cette méthode comporte des applications extrêmement diverses et qui se contrôlent les unes les autres. Il suffit, par exemple, de former séparément deux sels, par l'union d'une même base avec deux acides différents, et de mesurer au moment même leurs chaleurs de formation; puis de prendre les deux mêmes sels préexistants et préparés depuis plusieurs mois ou plusieurs années, et de faire agir sur chacun d'entre eux l'acide de l'autre sel, en mesurant la chaleur dégagée ou absorbée. Dans des conditions

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 39.

de température, de concentration et de proportions relatives identiques, la différence entre les chaleurs de formation des deux sels est égale à la différence entre les quantités de chaleur mises en jeu dans les actions réciproques des acides sur chacun des sels antagonistes (¹). Mais cette égalité, démontrable *à priori*, ne se vérifiera par expérience que si les réactions salines sont instantanées et l'état final des liqueurs identique; sinon, il y aura des résidus thermiques plus ou moins considérables et qui traduiront le caractère incomplet des réactions. En fait, j'ai employé expressément cette méthode (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 972; 1873, et, en outre, *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XVII, p. 133; 1879) pour vérifier si l'union de l'acide borique avec les alcalis dégage immédiatement toute la chaleur dont elle est susceptible; ou bien si la combinaison se poursuit lentement jusqu'à un terme plus avancé : l'expérience a prouvé que la réaction est immédiate et complète, soit avec l'acide dissous à l'avance, soit même avec l'acide anhydre. Or je crois pouvoir tirer la même démonstration des centaines d'expériences faites, tant par M. Thomsen que par moi-même, sur les actions réciproques des acides et des sels : tels que les sulfates de potasse, soude, ammoniaque, magnésie, alumine, oxyde de fer, zinc, cuivre; les chlorures, bromures, iodures, cyanures, sulfures de potassium, sodium, ammonium; les chlorures de calcium, strontium, baryum, magnésium, aluminium, fer, zinc, cuivre; les carbonates, borates, oxalates, phosphates, citrates de potasse, soude, ammoniaque; les azotates, acétates, benzoates, formiates de potasse, soude, ammoniaque, magnésie, oxyde de fer, zinc, cuivre, plomb, argent; les propionates, butyrates, valérates, phénates, picrates de potasse, soude et ammoniaque; et sur les sels alcalins d'une cinquantaine d'autres acides moins répandus. On peut lire dans les Mémoires originaux les déterminations faites sur tous ces sels, par la double voie de la combinaison directe des acides et des bases et de la décomposition réciproque des sels préexistants par les acides, déterminations dont j'invoque aujourd'hui la concordance pour établir le caractère presque instantané des réactions salines. Ces mesures ont porté sur plusieurs centaines de sels distincts.

» La même démonstration résulte également des décompositions réciproques opérées au moyen des alcalis : par exemple en faisant agir tour à tour la potasse, l'ammoniaque, la baryte, la strontiane, la chaux, l'éthylamine, la triméthylamine, l'aniline, etc. dissoutes sur les sels préexistants

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 59, 66, 68.

qu'un même acide avait formés avec une autre base : la différence entre les résultats thermiques devant être et étant en effet égale à la différence des chaleurs de neutralisation mesurées immédiatement. Le nombre de ces mesures actuellement réalisées, quoique moins élevé que pour les précédentes, surpasse une centaine.

» Enfin la même démonstration repose sur les expériences de doubles décompositions salines réciproques, opérées sans précipitation entre sels neutres préexistants, à bases et à acides différents, expériences dont j'ai exécuté plusieurs centaines.

» Non seulement ces diverses séries d'expériences fournissent, chacune séparément, des valeurs concordantes avec les déterminations directes de la chaleur de neutralisation des acides et des bases; mais elles se vérifient entre elles, de toute manière et par des concordances si multipliées et fondées sur des conditions si diverses de température, de concentration, de proportions relatives, etc., qu'il ne paraît pas permis de conserver aucun doute légitime sur le caractère presque instantané des réactions salines.

» C'est donc à tort que l'on a supposé dans ces derniers temps que les réactions des bases ou des acides dissous sur les sels dissous ne sont pas accomplies tout d'abord, et qu'elles seraient en général susceptibles de se prolonger pendant un temps considérable, au delà du terme où elles cessent d'être accusées par les variations du thermomètre.

» Sans doute, aucune action naturelle n'est absolument instantanée, et il est à croire que l'on réussira un jour à constater dans les réactions salines une courte période de changement, analogue à la période incomparablement plus longue des réactions éthérées, et comprise de même entre le moment où le système est devenu physiquement homogène et celui où il a atteint son équilibre chimique. Mais les faits connus, lesquels embrassent tous les mélanges salins fondamentaux, au nombre de plusieurs centaines, étudiés par des méthodes dont la précision atteint souvent un millième des quantités soumises aux mesures, les faits connus, dis-je, établissent que cette période variable est excessivement courte et renfermée tout entière dans la brève durée de l'expérience calorimétrique.

» L'équilibre chimique, établi si rapidement dans les systèmes salins dissous, semble d'ailleurs corrélatif de la conductibilité électrolytique qui caractérise ces systèmes, comme je l'ai montré ailleurs. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur la pellagre en Italie.* Note de M. FAYE.

« A l'occasion d'une Notice sur la géologie comparée de la Terre et de la Lune que je prépare pour le prochain *Annuaire du Bureau des Longitudes*, je me suis décidé, dans le courant du mois dernier, à aller visiter à Naples des volcans en activité. Chemin faisant, j'ai lu dans un excellent journal français, *l'Italie*, qui se publie à Rome, une série d'articles sur la pellagre, maladie dont on se préoccupe beaucoup au delà des monts, car elle y sévit avec une intensité alarmante sur les plus riches provinces. Ayant eu occasion autrefois de voir cette maladie dans les Landes, où j'ai fait, en 1836, un assez long séjour, j'avais à ce sujet une idée qui m'est toujours restée en tête, mais sur laquelle je n'ai pas eu l'occasion d'insister, car cette maladie a fini par disparaître chez nous. J'ai écrit sur cette question, au directeur du journal *l'Italie*, une Lettre qu'il a bien voulu publier; peut-être ne paraîtra-t-elle pas sans intérêt à l'Académie :

« Rome, le 24 septembre.

» Monsieur le directeur,

» .... A l'époque de mon séjour dans les Landes, la nourriture principale des pasteurs, des résiniers, des paysans en général était la *cruchade*, sorte de bouillie de millet tout à fait semblable à la *polenta*. La cruchade est assez agréable au goût. Les bergers y joignaient parfois un petit morceau de lard frit dans une toute petite poêle. Vous voyez que ce régime alimentaire était à peu près le même que celui des paysans d'une partie de l'Italie. Les conséquences aussi étaient les mêmes pour la santé générale, car la pellagre faisait alors d'assez nombreuses victimes.

» Faut-il attribuer la pellagre à l'usage du maïs avec lequel on fait la polenta? Non, puisque la cruchade se fait avec du millet (¹). Doit-on en chercher la cause dans une altération quelconque de la farine de maïs et de millet? Cela me paraît bien peu probable, car de

(¹) Je prie l'Académie d'accorder quelque attention à cet argument. Beaucoup de savants médecins, qui n'ont visité que les pays où l'on consomme la polenta faite exclusivement avec du maïs, pensent que cette maladie provient d'un empoisonnement par un ergot, un alcaloïde ou un parasite quelconque qui se développe parfois dans ce même maïs. Or, en fait, la pellagre a longtemps régné chez nous dans des contrées où l'on faisait usage de bouillie faite avec du millet. On n'a jamais rencontré, que je sache, dans ce petit grain, les produits vénéneux qu'on attribue à l'autre. La pellagre sévissait sur les paysans de l'intérieur des Landes, pasteurs ou résiniers, que j'ai fréquentés pendant près d'un an, et jamais sur les pêcheurs de la côte, qui mangeaient bien de la cruchade sans en être empoisonnés, mais qui n'en faisaient pas leur nourriture exclusive.

la farine avariée, avec laquelle on pourrait peut-être faire un pain tolérable, ne donnerait, en fait de bouillie, qu'une chose impossible à avaler.

» Je suis porté à croire que la cruchade et la polenta n'ont qu'un défaut, mais un défaut capital, celui de ne pas avoir passé par une fermentation préalable. La digestion en est plus difficile que celle du pain levé; l'assimilation par nos organes de cette bouillie refroidie est moins complète, en sorte que, sur des individus, soumis d'ailleurs à de mauvaises conditions hygiéniques, il peut en résulter à la longue une affection particulière que l'usage habituel du pain levé ferait disparaître.

» En fait, les larges routes et les chemins de fer qui sillonnent aujourd'hui les Landes ont eu cela de particulier de faire abandonner la cruchade confectionnée à la maison. Depuis que le pain des boulangers l'a remplacée, la pellagre n'existe plus. Du moins, dans mon dernier voyage aux Landes, en 1870, n'ai-je pu me procurer de cruchade, dont j'aurais voulu manger en souvenir de ma jeunesse, et la pellagre m'a-t-elle paru parfaitement ignorée dans les régions où je l'avais rencontrée autrefois.

» L'introduction du levain dans le pain est un bienfait qui date des temps les plus reculés. Il faudrait y faire participer vos campagnes et réserver aux oiseaux le maïs ou le millet. Du pain levé, plus de polenta azyme, et il n'y aura plus de pellagre.

» Agréez, monsieur le directeur, etc. »

» Je rappellerai à l'Académie que la pellagre est une maladie très particulière de la peau qui ne ressemble nullement, dans sa marche si lente, aux effets d'un empoisonnement accidentel. Elle dure et se développe indéfiniment; seulement elle s'exaspère chaque année vers l'époque des équinoxes. Parvenue à un certain degré, elle ne se guérit pas. Souvent elle finit par attaquer le cerveau; elle peuple alors les maisons d'aliénés. Dans tous les cas, elle dépeuple le pays, par suite de quelque débilitation des fonctions génésiques. L'an passé, on en comptait quarante mille cas bien caractérisés en Lombardie, et trente mille en Vénétie, précisément dans les contrées les plus riches et les plus productives de l'Italie. Cette maladie est inconnue, au contraire, dans l'ancien Napolitain, en Sicile et en Sardaigne. C'est assez dire que si la misère ou la mauvaise hygiène facilite le développement de la pellagre, elle n'en est pas du tout la cause. Cette maladie est intimement liée à un régime alimentaire très particulier. En effet, partout où la pellagre se rencontre à l'état endémique, on mange de la polenta ou de la cruchade, c'est-à-dire du pain azyme; partout où l'on mange du pain levé, la pellagre est inconnue. Ce simple rapprochement me paraît décisif, bien qu'il me soit impossible d'expliquer médicalement l'action que le régime exclusif du pain azyme exerce à la longue sur une constitution appauvrie.

» Il est plus aisé d'expliquer comment la bouillie a persisté dans certains pays, bien que l'usage du pain levé remonte à la plus haute anti-

quité. Il est question du levain pour la première fois, dans l'histoire, à l'occasion de l'Exode, de manière à prouver que le pain levé était alors d'usage absolument général en Égypte. Les Hébreux, forcés de quitter ce pays en masse et en toute hâte, durent emporter leur pâte sans la faire lever et manger du pain azyme pendant les premiers jours de leur fuite. C'est en commémoration de ce détail, très frappant pour eux, car la question de la nourriture a joué toujours le plus grand rôle dans leur longue circumvagation, que s'est établie la coutume de ne manger que des pains sans levain pendant la semaine de Pâques. En fait, la préparation du pain levé n'est pas chose commode pour des nomades; on n'en mangeait pas, quatre siècles auparavant, sous les tentes d'Abraham, de Lot ou de Jacob [1]; par la même raison on n'en mangeait pas davantage dans nos Landes à l'époque, peu éloignée de nous, où les pasteurs à longues échâsses faisaient paître leurs troupeaux en parcourant continuellement d'énormes espaces dépourvus de voies de communication. Rien n'égale au contraire la rapidité, la simplicité de préparation de la nourriture azyme. De grand matin on allume du feu avec des bruyères desséchées ou des bûches de bois de pin; on place dessus une simple marmite; quand l'eau bout, on la sale, puis d'une main on y projette de temps en temps une poignée de farine de maïs ou de millet, tandis que de l'autre on tourne continuellement avec une cuiller en bois. Lorsque la bouillie est assez épaisse, on la coule encore chaude dans des plats ou des moules quelconques, où elle se refroidit; elle prend bientôt assez de consistance pour qu'on puisse la couper et tenir les morceaux à la main. Voilà la nourriture de la journée pour toute la famille. Pas de provision de levûre à conserver, pas de temps perdu à pétrir la pâte, pas de paniers rentoilés pour faire fermenter les pâtons, pas de four à chauffer pour la cuisson, en un mot pas de boulangerie : c'est à la fois simple, rapide, économique. La polenta ou la cruchade est positivement plus agréable au goût que le pain sec de nos campagnes, et elle procure plus vite un sentiment de réplétion dans l'estomac. Cependant la digestion de cette bouillie compacte est loin d'être aussi facile que celle du pain levé; j'ai pu m'en apercevoir plus d'une fois. Mais c'est aux maîtres de la science médicale qu'il appartient d'examiner comment l'usage exclusif de la nourriture azyme peut engendrer à la longue chez des individus débiles une altération de l'épiderme et finalement attaquer les centres nerveux. Si la question n'intéresse plus directement notre pays, elle est capitale pour la

---

(1) Mais on avait du lait, de l'huile et de la viande en quantité.

Science et pour nos voisins. Quant aux moyens préventifs, ils se réduisent, j'en suis convaincu, à substituer le pain levé à la bouillie azyme ([1]), dût-on, pour cela, faire augmenter un peu le salaire des pauvres ouvriers de la campagne ou diminuer certains impôts. »

M. le **Président** annonce à l'Académie que, d'après les renseignements qui viennent de lui être fournis par M. *Warren de la Rue*, aujourd'hui présent à la séance, le nombre des éléments de la pile au chlorure d'argent que ce savant a fait construire s'élève maintenant à 2500.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur les expériences photophoniques du professeur* Alexander Graham Bell *et de M.* Sumner Tainter. Note lue par M. **Ant. Breguet**.

« M. Alexander Graham Bell, dont je suis en ce moment l'interprète, a tenu à venir en personne à Paris, afin d'exprimer toute sa gratitude à l'Académie des Sciences, qui lui a décerné, cette année même, le prix Volta.

» Par la même occasion, M. Bell est heureux de présenter à l'Académie les résultats de ses plus récentes recherches, entreprises avec la collaboration de M. Sumner Tainter, sur une nouvelle branche de la Téléphonie, à laquelle il a donné le nom de *Photophonie*.

» Les derniers travaux de M. Bell peuvent se diviser en deux parties distinctes : une invention et une découverte.

» L'invention se rapporte à l'application, pour transmettre les sons au moyen d'un rayon lumineux, d'une propriété remarquable du sélénium ([2]), qui consiste en ce que, sous une de ses formes allotropiques, ce métalloïde présente une résistance plus faible au passage du courant électrique, lorsqu'il est exposé à la lumière, que s'il se trouve dans l'obscurité. M. Bell eut

---

([1]) Si j'insiste sur ce point capital, c'est que, depuis quarante années, on discute dans les livres, journaux, Académies et Congrès sur cette maladie sans avoir réussi à l'enrayer en Italie. Dans ces quinze dernières années, elle y a presque doublé d'intensité, tandis qu'en France la simple substitution du pain levé à la cruchade de *millet* l'a fait disparaître, pour ainsi dire spontanément, sans intervention de moyens scientifiques.

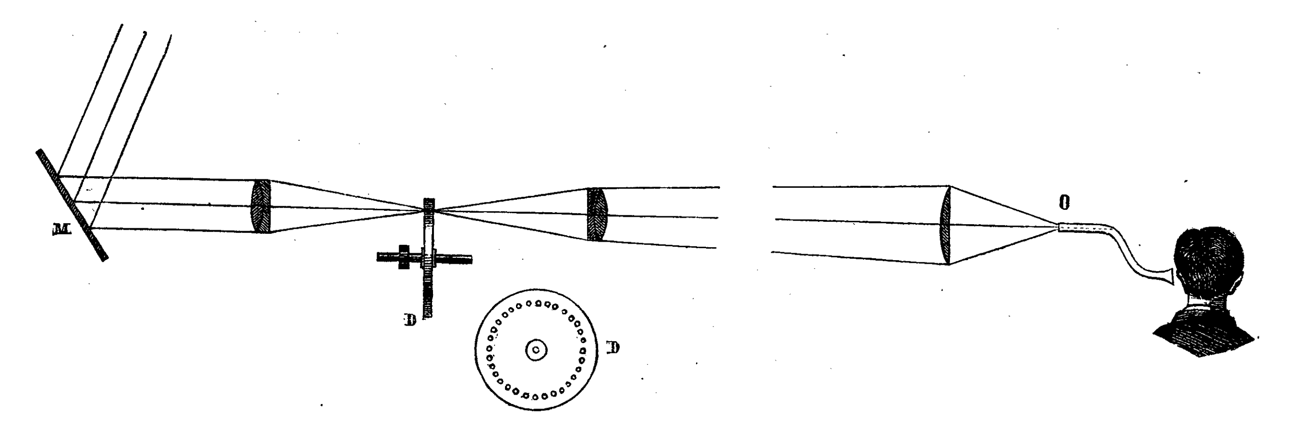
([2]) Découverte en 1872 par MM. May et Willoughby Smith.

l'idée de placer dans un même circuit un téléphone ordinaire, une pile et une surface de sélénium (façonnée d'une manière particulière), afin d'entendre dans le téléphone, pour ainsi dire, toutes les variations d'intensité d'un rayon de lumière projeté sur le sélénium.

» Je le répète, c'est là l'invention; c'est là le photophone, sur lequel nous reviendrons avec plus de détails, dans une prochaine séance, aussitôt que les appareils, attendus de jour en jour à Paris, seront arrivés de Washington, et pourront être expérimentés.

» Le phénomène nouveau découvert par M. Bell, et qui fait, en somme, l'objet principal de la présente Note, a déjà été constaté par plusieurs savants dans mon usine, où les instruments de M. Bell se trouvent actuellement installés. La figure ci-dessous montrera immédiatement en quoi consiste ce phénomène.

» Elle représente l'expérience qui consiste à interrompre un rayon



de lumière à l'aide d'un disque de phénakisticope, tournant avec rapidité.

» Les rayons parallèles provenant de la source lumineuse, du Soleil par exemple, se réfléchissent sur le miroir M et sont concentrés à l'aide d'une lentille en un foyer où se trouve le disque perforé D (représenté en plan au bas de la figure). A leur sortie du disque, ces rayons sont reçus sur une autre lentille, qui les rend de nouveau parallèles, afin de leur permettre d'atteindre avec le moins de perte possible le poste récepteur. Dans ce dernier, une nouvelle lentille les force à converger au point O où doit s'exercer leur influence.

» Si l'on place en O une feuille d'ébonite mince, et qu'on y applique l'oreille, une note musicale sera perçue très distinctement. Recevons la lumière, non plus sur une feuille d'ébonite, mais sur l'orifice ouvert d'un

tube ([1]), dont l'autre extrémité sera maintenue contre l'oreille (c'est l'expérience représentée dans la figure), la note ne cessera pas d'être entendue. Obturons l'orifice libre du tube par un disque mince formé d'une substance *quelconque* et qui recevra directement la lumière : même résultat ([2]). Enfin, recevons simplement dans le conduit auditif le rayon lumineux vibratoire, et nous entendrons toujours la note, dont la hauteur dépend de la vitesse de rotation du disque perforé.

» Il existe encore, pour ces expériences, une forme qui peut servir plus commodément à mettre en évidence d'une manière complète la généralité du phénomène découvert par M. Bell. Cette forme consiste à soumettre à la lumière intermittente une éprouvette de verre renfermant toute espèce de substances, et à l'orifice de laquelle est ajusté le tube acoustique que l'on porte à son oreille.

» M. Bell a expérimenté, de cette façon, dans la journée d'hier, un grand nombre de corps différents, et nous pouvons citer les cristaux de bichromate de potasse et de sulfate de cuivre, l'ébonite, le charbon de cornue, le soufre et la fumée de tabac, parmi ceux qui ont donné les meilleurs résultats ([3]). Le chlorite de potasse a paru être la seule substance qui ne donnât lieu à aucun effet sonore.

» A vrai dire, les sons perçus ne sont pas d'une très grande intensité, et il est nécessaire, pour les entendre, de se placer dans des conditions de grand silence.

» Mais si, au lieu de ces tubes, de ces substances opaques, etc., on emploie du sélénium traversé par le courant d'une pile de six éléments Leclanché et que l'on porte à son oreille un téléphone ordinaire placé dans le circuit, l'intensité devient relativement considérable, et il n'est plus

---

([1]) Les tubes expérimentés jusqu'à présent étaient en caoutchouc, en bois, en laiton, en ébonite.

([2]) Les substances ainsi essayées sont : le chêne, le frêne, l'acajou, le sapin, le noyer, le cuir, le drap, l'ébonite*, le papier, l'étain, le métal de Jenkin, le métal de Babbitt, l'or, le zinc*, l'argent, le maillechort, le fer verni, le fer nu, le cuivre, l'aluminium, le fer-blanc, le plomb, le platine, l'argent platiné, le parchemin, la toile caoutchoutée, le carton, le mica, la gutta-percha, l'antimoine*. (Celles qui ont fourni les résultats les plus nets sont indiquées par un astérisque.)

([3]) Substances ainsi essayées : bichromate de potasse en cristaux, sulfate de cuivre en cristaux, iodite de potasse en cristaux, sélénium amorphe et cristallisé, soufre en bâton, fleur de soufre, papier, ébonite, bois, laiton, alun en poudre, charbon de cornue, camphre en poudre, iode, oxyde de manganèse, borax, acide tartrique en poudre, craie en poudre, carbonate de magnésie, tabac, fumée de tabac.

besoin, pour réussir l'expérience, de se mettre à l'abri des bruits extérieurs. M. Bell a cru de cette façon percevoir des sons musicaux dans un récepteur placé à plus de *deux kilomètres* de l'appareil transmetteur.

» Dans tous ces phénomènes, il serait intéressant de savoir si c'est la lumière ou la chaleur qui se trouve en jeu. Sans vouloir encore rien affirmer sur ce point d'une manière absolue, M. Bell raconte seulement avoir placé, devant le faisceau lumineux, une dissolution d'alun, puis une dissolution d'iode; dans le premier cas, les effets sonores étaient peu réduits en intensité; dans le second, on ne percevait presque plus aucun son.

» Lorsque je télégraphiai, il y a une quinzaine de jours, à M. Bell pour lui demander s'il ferait des expériences de photophonie à Paris, il me répondit : « Oui, certainement, si nous avons un beau soleil. » Quand je reçus sa visite, je lui proposai d'essayer de remplacer notre soleil d'octobre, si souvent couvert, par la lumière de l'arc voltaïque, ce qu'il n'avait jamais tenté de faire. Grâce à l'obligeant concours de M. Duboscq, nous sommes arrivés à obtenir de cette manière d'assez bons résultats; aussi serai-je à même de rendre les Membres de l'Académie, qui me feront l'honneur de venir dans mes ateliers, témoins des splendides expériences du professeur Graham Bell. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations algébriques.* Note de M. E. West, présentée par M. Yvon Villarceau.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Je me propose de faire connaître le résultat d'une étude relative à la théorie des équations algébriques, pour laquelle je me suis inspiré des principes indiqués par H. Wronski. J'ai examiné comparativement la méthode de Lagrange, celle de Wronski et plusieurs théorèmes d'Abel.

» Je vais commencer par rechercher la forme des racines des équations algébriques.

» Soit l'équation générale du degré m

$$(1) \qquad A_m X^m + A_{m-1} X^{m-1} + \ldots + A_1 X + A_0 = 0,$$

dans laquelle les coefficients $A_0, A_1, \ldots, A_m$ sont des quantités quelconques,

mais déterminées. Soit de plus une équation auxiliaire du même degré, dont tous les coefficients sont indéterminés,

$$(2) \qquad B_m x^m + B_{m-1} x^{m-1} + \ldots + B_1 x + B_0 = 0.$$

» La comparaison de ces deux équations permettra de déduire les racines de la première des racines de la seconde, si l'on établit une relation entre ces deux systèmes de racines ; de plus, si l'on dispose convenablement des coefficients arbitraires $B_0, B_1, \ldots$, l'équation auxiliaire pourra être ramenée à une forme résoluble. La forme qui conviendra dans tous les cas est celle des équations binômes.

» En désignant par

$$(3) \qquad X = \varphi x$$

la relation supposée entre les racines des deux équations, on aura, d'après ce qui précède, les conditions

$$(4) \qquad B_{m-1} = B_{m-2} = \ldots = B_1 = 0.$$

$x_1, x_2, \ldots, x_m$ étant les racines de l'équation (2), $\varphi x_1, \varphi x_2, \ldots, \varphi x_m$ seront celles de l'équation (1), et cette équation donne

$$(5) \qquad \left\{ \begin{array}{l} -\dfrac{A_{m-1}}{A_m} = \varphi x_1 + \varphi x_2 + \ldots + \varphi x_m, \\ \dfrac{A_{m-2}}{A_m} = \varphi x_1 . \varphi x_2 + \varphi x_1 . \varphi x_3 + \ldots + \varphi x_{m-1} . \varphi x_m, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ (-1)^m \dfrac{A_0}{A_m} = \varphi x_1 . \varphi x_2, \ldots, \varphi x_m. \end{array} \right.$$

» Ces relations, étant symétriques par rapport à $\varphi x_1, \varphi x_2, \ldots$, le sont aussi par rapport à $x_1, x_2, \ldots$, de même que les relations en x dérivant des conditions (4); par suite, ces dernières pourront servir à calculer rationnellement les seconds membres des équations (5), en y joignant l'expression non encore déterminée

$$x_1 . x_2 \ldots x_m = (-1)^m \frac{B_0}{B_m}.$$

» Ainsi il restera, après cette élimination des quantités $x_1, x_2, \ldots, x_m$, m relations qui permettront de déterminer B_0 et $m - 1$ autres quantités. Or la fonction φx, jusqu'à présent arbitraire, peut être considérée comme dépendant de $m - 1$ quantités que je désignerai par $a_1, a_2, \ldots, a_{n-1}$; les

relations (5) seront donc également symétriques par rapport à ces quantités. Il en résulte que $a_1, a_2, \ldots, a_{m-1}$ sont les racines d'une seule et même équation du degré $m - 1$:

$$(6) \qquad C_{m-1} a^{m-1} + C_{m-2} a^{m-2} + \ldots + C_0 = 0.$$

Cette relation permet de déterminer la forme de la fonction φx; car toute fonction de x et de $m - 1$ quantités, qui admet nécessairement une relation, telle que (6), du degré $m - 1$ entre ces quantités, satisfait à la relation

$$(7) \qquad C_{m-1} \frac{d^{m-1}\varphi x}{dx^{m-1}} + C_{m-2} \frac{d^{m-2}\varphi x}{dx^{m-2}} + \ldots + C_1 \frac{d\varphi x}{dx} + C_0 \varphi x = 0.$$

» Cette proposition provient de la dépendance réciproque d'une équation différentielle à coefficients constants et de son équation caractéristique; j'y reviendrai plus loin.

» La fonction φx est donc

$$\varphi x = e^{a_1 x} + e^{a_2 x} + \ldots + e^{a_{m-1} x}.$$

» Les constantes arbitraires sont prises égales à l'unité, parce que les quantités $a_1, a_2, \ldots, a_{m-1}$, et par suite les exponentielles $e^{a_1 x}$, $e^{a_2 x}$, ... entrent symétriquement dans les relations (5).

» La quantité x est ici déterminée par l'équation (2), qui devient, à cause des conditions (4),

$$B_m x^m + B_0 = 0.$$

» Le coefficient B_0 est déterminé, et l'on peut faire $B_m = 1$; on peut aussi admettre, d'après la forme de φx, que les racines de l'équation (6) soient multipliées par la valeur arithmétique de la racine $m^{\text{ième}}$ de B_0; B_0 sera pris avec un signe tel que x soit toujours une racine ρ de l'unité positive, afin d'introduire plus d'uniformité dans les calculs. L'équation auxiliaire (2) se réduit en définitive à

$$(8) \qquad \rho^m - 1 = 0,$$

et la racine X de l'équation proposée a pour expression

$$(9) \qquad X = e^{a_1 \rho} + e^{a_2 \rho} + \ldots + e^{a_{m-1} \rho}.$$

» Telle est la forme fondamentale des racines des équations algébriques; les racines d'une équation du degré m dépendent ainsi des racines d'une équation du degré $m - 1$.

» L'équation (8), d'après Wronski, est l'*équation réduite*, et l'équation (6) est généralement appelée *réduite* ou *résolvante*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre de Smyrne, du 29 juillet 1880.* Extrait d'un Mémoire adressé par M. le Dr CARPENTIN (1).

(Renvoi à la Section de Minéralogie et Géologie.)

L'Académie ayant demandé à M. Pellissier de Reynaud, consul général de France à Smyrne, des renseignements sur le tremblement de terre qui venait d'affliger cette ville, M. le Dr Carpentin, médecin sanitaire, s'est empressé de faire les recherches dont on donne ici le résumé :

« Le 29 juillet 1880, à $4^h 53^m$ du matin, un terrible tremblement de terre, de douze à quinze secondes de durée, le plus fort depuis 1778, ébranla la ville entière, en jetant la consternation parmi les habitants.

» La direction générale des mouvements était NNO-SSE; mais ils se sont manifestés de diverses manières, en produisant l'effet d'une poussée verticale souterraine, suivie d'ondulations et de mouvements gyratoires, en sorte que ce tremblement de terre, composé de plusieurs secousses, paraît devoir être considéré comme ayant été produit par des mouvements *mixtes*.

» A défaut d'indications notées par un sismographe, j'ai pu recueillir les éléments fournis par un instrument enregistreur qui en a rempli l'office. C'est un piano dont les angles ont gravé, sur les murs d'un salon, des empreintes qui constituent des données suffisantes pour établir approximativement l'intensité du tremblement de terre, le nombre de secousses dont il était composé, la poussée verticale, le mouvement dans les différents sens : longitudinal, transversal, vertical, gyratoire et hélicoïdal. C'est ce dernier mouvement, résultant de la combinaison des autres, qui a dû déterminer la projection presque régulière, sur le sol, de l'eau contenue dans les bassins, dans les terrines ou autres vases circulaires, qui étaient à peu près vidés après la catastrophe.

» Des cheminées et des pignons ont été renversés, tantôt vers le sud et tantôt vers le nord. Il en a été de même pour plusieurs objets d'étagères, statuettes, etc., qui sont tombés dans différentes directions (2).

---

(1) Ce Mémoire, fort étendu, contient un ensemble de documents sur les tremblements de terre ressentis à Smyrne depuis l'antiquité la plus reculée jusqu'au 26 septembre 1880. On n'a reproduit ici que les principaux détails de la catastrophe du 29 juillet dernier.

(2) Dans la chapelle de l'hôpital français, une croix en cuivre de $0^m,60$ de longueur,

» L'*intensité* de ce tremblement de terre a été très forte, comme on peut en juger par les effets produits. Il se produisit des craquements dans toutes les maisons et des écroulements nombreux.

» D'après les renseignements que j'ai pu me procurer, le mont Sipyle, et plus particulièrement sa partie occidentale, appelée *Imamlar Dagh*, aurait été le centre du mouvement, dont le maximum d'intensité se serait manifesté dans le voisinage du bourg de Ménémen.

» Le *mode de propagation du mouvement* paraît avoir été *concentrique*. En effet, la violence des secousses a été d'autant moins accusée que les points où elles ont été senties sont plus éloignées du foyer. C'est ainsi que, dans le périmètre de l'aire de propagation de ce phénomène, Balukesser, Brousse, Mughla et Rhodes ont à peine senti des trépidations, tandis que Mételin, Aivalik, Pergame, Kirk-Agatsch, Ak-Hissar, Alascheir, Denisli, Samos et Chio ont ressenti des secousses plus fortes, mais incapables d'y causer le moindre dégât, alors que Nasli, Aïdin, Thyra, Odemisch, Baindur, Échelle-Neuve, Tschesmé, Vourla, Sevdikeuï, Boudja et Cassaba, plus près du centre du mouvement, ont été plus violemment secouées, sans avoir cependant souffert réellement. Les villes le plus éprouvées après Ménémen sont Bournabat, Smyrne et Magnésie, c'est-à-dire les plus proches du Sipyle.

» Ce tremblement de terre a donc été localisé à la plus grande partie de la province de Smyrne.

» La *vitesse de propagation du mouvement* n'a pu être appréciée, faute d'observations exactes sur l'heure où le phénomène s'est manifesté dans les diverses localités; mais le peu d'étendue du pays engagé dans l'ébranlement du sol et la violence de l'impulsion centrale font supposer une différence peu sensible en ce qui concerne le moment précis où ont été ressenties, dans chaque lieu, les premières oscillations.

» I. Parmi les *phénomènes précurseurs qui ont précédé* le tremblement de terre du 29 juillet, les uns sont *éloignés*, les autres *rapprochés*.

à large base, qui reposait sur le tabernacle, à $2^m,50$ de hauteur, a été projetée de l'est à l'ouest, à 4^m de distance, sur les dalles du sanctuaire, où elle s'est brisée, tandis qu'une statue, à peu près de grandeur naturelle et située à quelques pas de là, a *glissé*, sans tomber, de l'est à l'ouest, de plusieurs centimètres, avec son socle. En même temps, dans la sacristie, une statuette décrivait sur elle-même un quart de circonférence, pendant qu'une autre statue, presque de grandeur naturelle, faisait, à Bournabat, chez les sœurs de Saint-Vincent de Paul, un *demi-tour* sur son piédestal (*mouvement gyratoire*).

» Dans les premiers, il faut noter l'excessive rigueur de l'hiver, la sécheresse relative de la période hivernale et absolue de l'été, et la chaleur torride de cette saison.

» Parmi les seconds, on doit citer l'état particulier de l'atmosphère, peu de temps avant la catastrophe et au moment même, et, ici, je ferai observer que, pendant le mois de juillet, à l'extrême sécheresse s'ajoutait une diminution sensible dans le débit des puits artésiens, dont l'eau s'écoulait quelquefois d'une manière intermittente.

» Des nuages orageux, survenant de 9^h à 10^h du matin, couvraient une grande partie du ciel et étaient accompagnés, jusqu'au 17, de grondements de tonnerre, espèce d'orage avorté qui se dissipait chaque soir au coucher du Soleil pour reparaître le lendemain, en se comportant de la même façon....

» La température s'éleva plus que jamais du 18 au 25 juillet, en atteignant, le 22, un maximum de 41°,6 C. La tension électrique de l'atmosphère était considérable....

» Le 28, à 8^h du soir, le baromètre, qui baissait depuis le 25, descendit au minimum de $754^{mm},53$ pour remonter, à 10^h du soir, à $756^{mm},91$; une légère brise de nord-nord-est au sud-ouest, constante pendant trois heures (de $1^h 40^m$ à $4^h 40^m$), fit place à un faible vent de nord-est à $4^h 53^m$, au moment où un mugissement souterrain, accompagné d'émanations sulfureuses [1], signala le commencement du tremblement de terre....

» II. PHÉNOMÈNES QUI ONT ACCOMPAGNÉ LE TREMBLEMENT DE TERRE. — 1° *Ménémen*. Voici un extrait du procès-verbal (masbata) dressé par les autorités de cette ville, le lendemain de la catastrophe :

« Sur 1140 maisons dont se compose Ménémen, dit ce document, 220 sont inhabitables, et le nombre des maisons et boutiques entièrement écroulées s'élève à 455. Toutes les mosquées, au nombre de 7, ont été endommagées; 6 ont perdu leurs minarets, et leurs coupoles menacent ruine. L'église grecque est hors de service. On compte 6 morts et 31 blessés. La population campe dans les vignes.

» A une demi-heure de distance de Ménémen, du côté de l'ouest, la terre s'est fendue en plus de 160 endroits différents, et les fentes se sont refermées après avoir vomi, pendant trois heures, des eaux vert noirâtre qui ont inondé une grande partie de la plaine. »

» Quelques-unes de ces crevasses, de $0^m,20$ à $0^m,30$ de largeur, ont donné

---

(1) Ces émanations ont été senties par quelques personnes dignes de foi.

issue à des eaux d'abord jaillissantes, puis courantes, pendant trois jours. En un point, où une grande ouverture avait englouti un champ de blé, on a vu sourdre un volume d'eau considérable, dans lequel il y avait des herbes marines, quoique la mer fût à une distance de trois heures (1). Cette eau était froide et saumâtre. Partout on sentait l'odeur caractéristique du soufre.

« Les villages d'Émir-Alem, Suleymanli, Barudjé, Hissar, Borghir et Telekler, sis aux environs de Ménémen et composés chacun d'environ 150 maisons, ont été presque anéantis, et c'est à peine si 5 ou 6 habitations sont restées sur leurs fondements dans chacune de ces localités. »

» A Émir-Alem, des éboulements ont eu lieu. D'énormes blocs de rochers se sont détachés de la montagne et ont roulé à plus de 30^m dans la plaine. Les moulins à vent situés sur les collines, à l'entrée du bourg, sont presque tous détruits.

» Entre Ménémen et Cordélio, à l'échelle de Thomasso, 300 à 400 chameaux venaient d'apporter des charges de pastèques et de melons. Ils étaient agenouillés et ruminaient tranquillement, lorsqu'ils ont senti les premières secousses du sol. Pris de frayeur instinctive, ils se sont livrés à une danse désordonnée, en poussant des beuglements affreux.

» A Ouloudjak, beaucoup de maisons ont été endommagées. A Cordélio, des habitations ont été lézardées.

» La ligne du chemin de fer de Smyrne à Cassaba, qui traverse le foyer du tremblement de terre, a été assez dérangée, dans la région du Boghaz, sur un parcours de 3^{km}, pour qu'un train venant de Magnésie se vît forcé de rebrousser chemin. M. Redeuil, ingénieur français et administrateur de cette ligne, m'a affirmé que, sur plusieurs points, le terrain sur lequel reposent les rails s'était affaissé de $0^m,60$, *par glissement,* d'après lui, attendu que la chaussée est nivelée dans des terres d'alluvion assises sur les pentes de la montagne. L'eau qui a jailli sur la voie ferrée par des crevasses venait du Guédyze et contenait du sable du lit de ce cours d'eau, très rapproché de la ligne en certains endroits. Deux ponts du chemin de fer ont subi un affaissement et des détériorations....

» La plaine, entre Ménémen et Magnésie, a été également bouleversée

(1) Ce fait paraît explicable, le terrain d'alluvion où il s'est produit ayant été gagné peu à peu sur la mer par les dépôts dus aux nombreux débordements du Guédyze (ancien Hermus).

de fond en comble. En différents points, ont surgi des sources d'eaux thermales ou froides, qui paraissent être sulfureuses. Ailleurs, la terre s'est fendue, et de larges et profondes crevasses se sont formées.

» 2° *Bournabat*, ville de plaisance, à 8^{km} de Smyrne et à 17^{km}, en ligne directe, de Ménémen, a été très maltraitée. Plus de 250 maisons ont été délabrées. Presque toutes réclament des réparations importantes.

» Au delà, les villages de Narlikeuï, Hadjilar, Bounarbachi, Ichiklar et Nymphio n'ont été que fortement secoués. A Coucloudja, l'église et le clocher ont été endommagés.

» 3° *Smyrne*, ville de 200000 habitants, distante de Ménémen de $17^{km},7$, en ligne droite, a subi des pertes matérielles incalculables. 4 personnes ont trouvé la mort sous les décombres, et 30 autres ont été blessées plus ou moins grièvement....

» Aucune construction n'est exempte de réparations; le chiffre des cheminées renversées et des murs crevassés ne peut être évalué, même approximativement.... Cependant, les maisons construites près du quai et le quai lui-même, bien que fortement ébranlés pendant le phénomène, n'ont pas conservé, autant que les autres constructions de Smyrne, les traces des violences de ce tremblement de terre.

» Plusieurs raisons expliquent, je crois, cette différence. La première, c'est que ce nouveau quartier est placé sur un terrain rapporté, pris sur la mer, à l'aide de remblais récents, en sorte qu'il y a eu là, dans la transmission du mouvement, une déperdition de force plus grande que dans le roc ou dans les terrains plus anciens, tassés depuis longtemps. La seconde raison, c'est que les constructions nouvelles ont des fondations largement assises sur des poutres de bois horizontales ou verticales (pilotis), solidement enchevêtrées ou profondément enfoncées dans la terre : de là, et grâce aussi à la nature du sol, une grande élasticité qui adoucit les mouvements imprimés et rend, par suite, leurs effets moins désastreux. En outre, il ne faut pas oublier que ces maisons neuves n'avaient encore été ébranlées par aucun tremblement de terre.

» Le long des quais, dans les bassins des établissements de bains, on constata que l'eau de la mer, soulevée de bas en haut, produisait une sorte de bouillonnement sur place, sans éprouver des mouvements rapides de flux et de reflux, comme ceux qui ont été remarqués ailleurs, dans des circonstances analogues.

» Les eaux du lac de Tantale se sont comportées de la même façon que celles de la mer....

» 4° *Magnésie*, ville éloignée de Ménémen de $30^{km},5$, sur le chemin de fer de Cassaba, a relativement peu souffert. Deux mosquées, dont l'une très ancienne, ont perdu leurs minarets et leurs coupoles, et plusieurs personnes ont été mortellement atteintes par la chute des débris de ces monuments.

» .... Voilà bientôt deux mois écoulés depuis ce grand tremblement de terre, et l'équilibre du sol ne paraît pas encore près de se rétablir. Sans compter les trépidations plus ou moins accentuées qui se produisent presque journellement, on entend, de temps à autre, quelques petits craquements dans l'intérieur des maisons, symptômes qui paraissent résulter des *tassements* qui s'effectuent probablement dans le sol.

» *En résumé*, les ravages et les phénomènes produits par ce tremblement de terre ont été limités à la chaîne du Sipyle et aux plaines qui entourent ces montagnes, dans un périmètre de quelques lieues seulement.

» Cependant le contre-coup de cet ébranlement s'est fait sentir, comme je l'ai dit plus haut, à de grandes distances du foyer (à Brousse, à Rhodes, etc.). Les journaux d'Athènes ont annoncé que les chronomètres de cette ville se sont arrêtés le 29 juillet, au moment même où les terribles secousses avaient failli détruire notre ville (1).

» Smyrne, située, pour ainsi dire, à califourchon sur les ramifications souterraines des volcans de l'Archipel, des foyers volcaniques du groupe du Kizil-Dagh et de ceux du mont Sipyle, occupe une position dangereuse qui lui a valu déjà, à travers les siècles passés, des destructions et des reconstructions nombreuses.

» Les foyers des tremblements de terre qui ont détruit si souvent cette ville, dans l'antiquité comme de nos jours, paraissent toujours siéger au nord, *sous le Sipyle*, point où, depuis 1362 environ avant J.-C., c'est-à-dire depuis plus de *trois mille ans*, on peut admettre l'existence d'un volcan, trop faible pour s'ouvrir un cratère permanent, mais assez fort cependant pour bouleverser le sol et renverser des villes à des époques presque périodiques. Aussi suis-je tenté de dire, avec l'auteur de la relation du tremblement de terre de 1778 :

« Il faut avouer que ce pays n'est guère habitable que pour ceux que la nécessité y retient. Les malheurs de Smyrne, dans les différentes époques de son histoire ancienne et moderne, offrent un tableau qui donne de l'épouvante aux plus intrépides, et ce n'est pas

(1) *L'Impartial*, journal de Smyrne, numéro du 25 août 1880.

une ville où l'on doive se fixer de préférence, malgré la liberté dont on y jouit et quelques agréments que l'on y trouve dans les temps tranquilles ([1]). »

» Je ne dois pas oublier de faire remarquer, en terminant, la coïncidence du dernier tremblement de terre de Smyrne avec les catastrophes du même genre qui ont eu lieu dans d'autres parties du monde. On a signalé, en effet, du 12 au 21 juillet, les terribles bouleversements dont Manille a été le théâtre ([2]). Des nouvelles de Lisbonne ont annoncé qu'à la fin du même mois une île avait surgi, dans le groupe des Açores, à la suite d'un tremblement de terre ([3]). Le 25 juillet, des secousses ébranlèrent le sol des environs de Naples et donnèrent naissance, le 27, à deux nouveaux cratères dans le Vésuve ([4]). Enfin, après une dépression barométrique progressive depuis le 25, survint, le 29 du même mois, le tremblement de terre qui ébranla Smyrne et ses environs, en terminant la série des désastres volcaniques qu'une période néfaste de *dix-sept* jours venait d'enregistrer au profit de l'histoire géologique du globe. »

VITICULTURE. — *Sur les effets produits par la culture de l'absinthe comme insectifuge et sur son application préventive contre le Phylloxera.* Note de M. **Poirot** (Extrait).

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je n'ai jamais vu, parmi les plantes d'absinthe qui couvrent d'immenses terrains de l'Amérique du Nord, ni mouches, ni fourmis, ni vers, ni insectes quelconques, et je pourrais ajouter ni scorpions, ni tarentules, ni serpents à sonnettes.

» .... Je crois que le Phylloxera ailé ne pourrait vivre longtemps à côté de plantes d'absinthe et que le Phylloxera souterrain ne pourrait subir ses métamorphoses dans un terrain modifié par l'engrais d'absinthe.

» L'absinthe, je viens d'en faire l'expérience, croît aussi facilement ici que dans le nouveau monde, et la quantité de tiges dont on peut débarrasser la plante deux ou trois fois par an est considérable.

» Les tiges, laissées sur le sol et recouvertes de terre, peuvent former un

---

([1]) B.-F. Slaars, *Ouvrage cité*, p. 133.

([2]) *La Réforme*, journal de Smyrne, numéro du 17 août 1880.

([3]) *L'Impartial*, journal de Smyrne, numéro du 4 août 1880.

([4]) *L'Impartial*, journal de Smyrne, numéro du 11 août 1880.

engrais suffisant pour fertiliser le sol et aider heureusement au rétablissement de la vigne. »

M. de la Loyère adresse une Note relative à l'emploi des huiles provenant des calcaires bitumineux de Seyssel, pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Guilloud adresse divers documents sur les essais faits par lui pour combattre le Phylloxera au moyen du brome.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Lehmann, M. Doublet, M. A. Laverré, M. H. Willard adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. Boutmy et Lutaud adressent, par l'entremise de M. Pasteur, une Note sur la composition des eaux de Seltz artificielles.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. le Secrétaire perpétuel annonce qu'il a reçu, soit directement, soit par l'entremise du Ministère de l'Agriculture ou du Ministère de l'Instruction publique, un certain nombre de Lettres dans lesquelles différents viticulteurs demandent à être compris dans la distribution, qui pourra être faite, des plants ou graines d'une vigne à tige herbacée et racine bulbeuse, cultivée au Soudan et signalée par M. *Lécard* [1].

Ces diverses demandes seront transmises, ainsi que celles qui pourront arriver ultérieurement, à la Commission du Phylloxera. Il y sera fait droit dès que l'envoi annoncé par M. Lécard sera parvenu à l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault, année 1879 ».

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 13 septembre 1880, p. 502.

2° Une Thèse de M. *A.-H. Warthmann*, de Genève, intitulée « Recherches sur l'enchondrome; son histologie et sa genèse ».

ASTRONOMIE. — *Éphéméride de la comète b* 1880 (suite), par M. G. BIGOURDAN. Présentée par M. l'amiral Mouchez.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log Δ.	Éclat.
		h m s	° ′ ″		
Octobre....	14,5	6.14. 8,8	+ 5. 2.24	0,237588	1,17
»	16,5	6. 9.57,9	+ 3.51.48	0,232066	1,19
»	18,5	6. 5.33,3	+ 2.39.40	0,226871	1,20
» ...	20,5	6. 0.55,0	+ 1.26. 7	0,222042	1,21
»	22,5	5.56. 2,8	+ 0.11.22	0,217635	1,22
»	24,5	5.50.57,1	— 1. 4.24	0,213693	1,23
» ...	26,5	5.45.38,1	— 2.20.55	0,210261	1,23
»	28,5	5.40. 6,3	— 3.37.54	0,207393	1,23
»	30,5	5.34.22,4	— 4.55. 2	0,205123	1,23
Novembre..	1,5	5.28.26,9	— 6.11.56	0,203490	1,22
» ..	3,5	5.22.21,0	— 7.28.15	0,202527	1,21
» ..	5,5	5.16. 5,7	— 8.43.36	0,202254	1,20
» ..	7,5	5. 9.42,3	— 9.57.34	0,202692	1,18
» ..	9,5	5. 3.12,2	— 11. 9.48	0,203847	1,16
» ..	11,5	4.56.36,9	— 12.19.53	0,205726	1,13
» ..	13,5	4.49.58,1	— 13.27.31	0,208307	1,11
» ..	15,5	4.43.17,4	— 14.32.22	0,211578	1,08
» ..	17,5	4.36.36,5	— 15.34.11	0,215518	1,04
» ..	19,5	4.29.57,0	— 16.32.45	0,220088	1,01
» ..	21,5	4.23.20,7	— 17.27.52	0,225263	0,97

» Cette éphéméride est la suite de celle que j'ai donnée dans le n° 3 des *Comptes rendus* (deuxième semestre 1880, p. 153) et a été calculée avec les mêmes éléments. Voici ses corrections :

Dates. 1880.	Correction en ascension droite.	Correction en déclinaison.
Septembre 30..................	$+1^s,5$	$+2',6$
Octobre 11....................	$+1^s,0$	$+2',8$

» Maintenant l'éclat réel de la comète est bien inférieur à l'éclat calculé.

» Le 30 septembre, par un beau ciel, l'éclat de la comète m'a paru au plus égal à celui du 18 mai, quoique à cette dernière date la comète fût

moins élevée au-dessus de l'horizon. L'éclat calculé étant 0,82 pour le 18 mai, 1,04 pour le 30 septembre, il résulterait de là une diminution d'éclat de 1 à 0,79 par une cause étrangère à la variation des distances de la comète au Soleil et à la Terre. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d 1880 (découverte le 29 septembre par M. le D^r* Hartwig, *à Strasbourg), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest), par* M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. l'amiral Mouchez.

Dates. 1880.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄*—☆	Réfract.	Parall.	Déclinaison. ☄*—☆	Réfract.	Parall.
			m s	s	s	′ ″	″	″
Oct. 1..	*a*	8	+1.14,17	−0,02	+0,82	−6.10,4	−0,5	+11,1
4..	*b*	4,5	+1.29,21	0,00	+0,67	−5.46,5	−0,2	+ 8,3
8..	*c*	9,5	+0.49,71	0,00	+0,60	+1.15,2	0,0	+ 8,4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1880.		Étoiles.	Ascension droite moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Autorité.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 1.	*a*	27145 Lalande...	14.48. 3,69	+1,61	+28.59.45,8	−4,9	4 obs. mér. Paris.
4.	*b*	γ Couronne.....	15.37.42,23	+1,72	+26.40.35,7	−0,6	539 Sternen.
8.	*c*	2989 Arg.-Z.+22°	16.28.22, 6	»	+22.47,6	»	Arg.-Z.

Positions géocentriques de la comète, rapportées à l'équateur et à l'équinoxe apparents de l'époque.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Oct. 1.......	8.23. 2	14.49.20,27	+ 28.53.41,1	22 : 15
4.......	7.14.42	15.39.13,83	+ 26.34.56,7	19 : 19
8.......	8.52.29	»	»	19 : 12

» *Remarques.* — Octobre 1 : la comète a un beau noyau, parfaitement rond, de 9″ de diamètre environ; la chevelure met de dix à douze secondes à passer. Avec un grossissement de 58 fois, la queue a paru avoir un peu plus de 1° de longueur.

» Angle de position de la queue : 42°,9.

» Les observations du 4 et du 8 octobre ont été faites par un ciel très nuageux; on n'a plus aperçu de queue. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction résolvante de l'équation* $x^m + px + q = 0$. Note de M. A. Pujet.

« *Il existe, pour chaque valeur entière de m, une fonction indépendante des coefficients p et q, dont le calcul permet de résoudre toutes les équations trinômes de la forme*

$$(1) \qquad x^m + px + q = 0.$$

» Pour démontrer cette proposition et former la fonction en question, considérons l'équation

$$(2) \qquad x^m - kxy - y = 0,$$

et regardons-la comme établissant une relation entre les deux variables x et y. On trouve, par la différentiation, l'équation

$$(3) \qquad (mx^{m-1} - ky)\,dx - (kx + 1)\,dy = 0,$$

qu'on peut combiner de toutes les façons possibles avec l'équation (2).

» Posons

$$(4) \qquad mx^{m-1} - ky = z,$$

et formons l'équation qui donne les valeurs de z, pour toutes les valeurs de x qui sont racines de l'équation (2); il faut, pour cela, éliminer x entre les équations (2) et (4). On trouve, par la combinaison de ces équations,

$$(5) \qquad x = \frac{my}{z + (1 - m)ky},$$

et le résultat de l'élimination est

$$(6) \qquad m^m y^{m-1} = (z + ky)[z + (1 - m)ky]^{m-1}.$$

» On reconnaît aisément que le coefficient de z, dans cette équation, est égal à zéro; ce n'est d'ailleurs qu'un cas particulier d'un fait général, car, en vertu de la relation $\sum \frac{1}{f'(\alpha)} = 0$, l'équation qui fait connaître les valeurs que prend la fonction $f'(x) = \frac{df(x)}{dx}$, pour toutes les valeurs de x qui sont racines de l'équation entière $f(x) = 0$, n'a pas de terme du premier degré.

» Cette équation fournit donc une relation de la forme

$$(7)\qquad z^2\varphi(z) = m^m y^{m-1} - (1-m)^{m-1} k^m y^m,$$

où $\varphi(z)$ désigne une fonction entière du degré $m-2$, homogène en z et ky; et nous avons, pour toutes les valeurs de x qui sont racines de l'équation (2),

$$z\sqrt{\varphi(z)} = \sqrt{m^m y^{m-1} - (1-m)^{m-1} k^m y^m}.$$

» L'équation différentielle (3) peut alors se mettre sous la forme

$$(8)\qquad \frac{dx}{(1+kx)\sqrt{\varphi(z)}} = \frac{dy}{\sqrt{y^{m-1}[m^m - (1-m)^{m-1} k^m y]}}.$$

» Introduisons maintenant une nouvelle variable t, en posant

$$z = kyt,$$

il vient, en vertu de la relation (5),

$$x = \frac{m}{k(t+1-m)},\quad 1+kx = \frac{t+1}{t+1-m},\quad dx = -\frac{mdt}{k(t+1-m)^2}.$$

» La fonction $\varphi(z)$ prend alors la forme

$$\varphi(z) = k^{m-2} y^{m-2} \psi(t),$$

$\psi(t)$ désignant une fonction entière de la variable t, à coefficients numériques et du degré $m-2$, et l'équation (8) peut s'écrire, après quelques transformations simples,

$$(9)\qquad \frac{mdt}{(m-1-t)(1+t)\sqrt{\psi(t)}} = \frac{k^{\frac{m}{2}}dy}{\sqrt{m^m y - k^m (1-m)^{m-1} y^2}}.$$

» Le résultat annoncé est alors manifeste, car, si l'on pose

$$\frac{m\,dt}{(m-1-t)(1+t)\sqrt{\psi(t)}} = \frac{k^{\frac{m}{2}}dy}{\sqrt{m^m y - k^m (1-m)^{m-1} y^2}} = du,$$

u est une fonction connue de la variable y, $u = \mathrm{F}(y)$; c'est en même temps une fonction déterminée indépendante de p et q de la variable t, de sorte qu'on peut écrire $t = \mathrm{R}(u)$, en appelant R la fonction inverse de celle-là. On a donc

$$(10)\qquad t = \mathrm{R}[\mathrm{F}(y)].$$

» Pour le cinquième et le sixième degré, R est le symbole d'une fonction elliptique; c'est une fonction abélienne pour les degrés supérieurs.

» S'il s'agit de résoudre l'équation (1), on remarquera qu'on doit avoir

$$q = -y, \quad p = -ky,$$

et, par conséquent,

$$y = -q, \quad k = \frac{p}{q}.$$

» Le cadre restreint de cette Note m'empêche de donner les détails de calcul qui seraient nécessaires pour la compléter. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété de la fonction de Poisson et sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. **Ph. Gilbert**.

« II. Si, dans l'équation (3) de ma Communication précédente,

$$\text{(A)} \qquad (p_i - \lambda_i, p_k - \lambda_k) = \frac{(-1)^{i+k}}{\Delta} \mathop{\mathrm{S}}_{r,s} (-1)^{r+s} \Delta_{ik}^{rs}(\mathrm{F}_r, \mathrm{F}_s),$$

on suppose que les fonctions $\mathrm{F}_1, \mathrm{F}_2, \ldots, \mathrm{F}_m$ vérifient, pour deux valeurs quelconques de r et de s prises dans la suite $1, 2, \ldots, m$, la relation

$$\text{(B)} \qquad (\mathrm{F}_r, \mathrm{F}_s) = 0,$$

et que le déterminant Δ ne soit pas nul, on aura, pour deux indices quelconques i et k pris dans la suite $1, 2, \ldots, m$, en vertu de l'égalité (A), la relation

$$\text{(C)} \qquad (p_i - \lambda_i, p_k - \lambda_k) = 0.$$

Cette équation, qui est fondamentale dans la théorie de Jacobi, donne lieu à deux observations essentielles : 1° la démonstration précédente ne suppose nullement que $p_1, p_2, \ldots, p_n$ soient les dérivées partielles, par rapport à $x_1, x_2, \ldots, x_n$, d'une même fonction z de ces variables, mais uniquement que les fonctions $\mathrm{F}_1, \mathrm{F}_2, \ldots, \mathrm{F}_m$ vérifient les $\frac{m(m-1)}{2}$ conditions (B); 2° les équations (B) peuvent être des *identités*, indépendantes de toute relation entre les $2n$ variables $x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_n$, ou des *équations* qui résultent des relations données $\mathrm{F}_1 = 0, \ldots, \mathrm{F}_m = 0$; toujours

les relations (C) auront lieu *identiquement*, puisque les seules variables $x_1, \ldots, x_n, p_{m+1}, \ldots, p_n$ qui y figurent ont été traitées jusqu'ici comme des variables indépendantes.

» III. Supposons, dans ce qui précède, $m=n$, de sorte que les équations (1) ou (2) donnent les valeurs de $p_1, \ldots, p_n$ en fonction de $x_1, \ldots, x_n$. Si, dans l'équation (6), on pose successivement $j=1, 2, \ldots, n$, et que l'on ajoute, on trouve évidemment

$$(F_r, F_s) + \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} D\left(\frac{F_r, F_s}{p_i, p_j}\right) \frac{dp_i}{dx_j} = 0.$$

Mais les coefficients de $\frac{dp_i}{dx_j}$ et de $\frac{dp_j}{dx_i}$ sont des déterminants égaux et de signes contraires; donc, si les valeurs de $p_1, \ldots, p_n$ tirées des équations (1) sont telles que $p_1 dx_1 + \ldots + p_n dx_n$ soit une différentielle exacte, à cause de la relation connue

$$\frac{dp_i}{dx_j} = \frac{dp_j}{dx_i},$$

l'équation précédente se réduira à

$$\text{(B)} \qquad (F_r, F_s) = 0$$

pour des valeurs quelconques de r et de s prises dans la suite $1, 2, \ldots, n$. C'est une des formes principales de la condition d'intégrabilité données par Jacobi, et, d'après une remarque déjà faite, les seconds membres des équations (1) seraient des constantes quelconques, puisque l'équation (B) subsisterait.

» Quant à la réciproque de ce théorème, elle est comprise dans notre équation (A); il suffit encore de supposer $m=n$ dans les relations (1). Si les fonctions $F_1, \ldots, F_n$ satisfont, pour toutes les valeurs de r et de s prises dans la suite $1, 2, \ldots, n$, à la condition (B), l'égalité (C) aura lieu pour des valeurs quelconques de i et de k prises dans la même suite, et, comme λ_i, λ_k ne renferment ici aucune lettre p, la condition (C) prendra la forme

$$\frac{d\lambda_i}{dx_k} - \frac{d\lambda_k}{dx_i} = 0,$$

ce qui revient à dire que $\lambda_1 dx_1 + \ldots + \lambda_n dx_n$ sera une différentielle exacte. Cette réciproque devient d'ailleurs inutile dans notre manière d'exposer la théorie de Jacobi.

» IV. L'utilité de ces principes, pour l'intégration des équations aux dérivées partielles, ressortira des remarques suivantes.

» En premier lieu, il semble que ni Jacobi ni les géomètres qui ont depuis simplifié ses travaux n'aient toujours indiqué avec une précision suffisante, parmi les équations qui expriment sous différentes formes les conditions d'intégrabilité, celles qui sont des *identités*, indépendantes de toute relation entre les variables x et p, et celles qui sont simplement des *équations*, résultant de relations données.

» Ainsi, soit

$$H = a, \quad H_1 = a_1, \quad \ldots, \quad H_{n-1} = a_{n-1}$$

le système *intégrable* définissant $p_1, \ldots, p_n$ en fonction de $x_1, \ldots, x_n$; si l'on résout ce système de proche en proche sous la forme

$$\begin{aligned} p_1 &= f_1(x_1, \ldots, x_n, a, p_2, \ldots, p_n), \\ p_2 &= f_2(x_1, \ldots, x_n, a, a_1, p_3, \ldots, p_n), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{aligned}$$

on a, d'après Jacobi (*Nova Methodus*, § VI),

$$(p_i - f_i, p_k - f_k) = 0$$

Ces relations sont-elles des identités? M. Imschenetsky le dit, mais des exemples fort simples montrent qu'il n'en est rien. Or ce point est important, car dans la méthode de Jacobi on se sert des conditions d'intégrabilité pour prouver que certaines équations aux dérivées partielles, *dans lesquelles les variables p figurent comme variables indépendantes*, sont vérifiées.

» En second lieu, dans la théorie de Jacobi, on fonde les relations (C), dont on se sert pour parvenir au système *intégrable*, sur ce théorème :

» *Si* $p_1, \ldots, p_n$ *sont des fonctions de* $x_1, \ldots, x_n$ *telles que* $p_1 dx_1 + \ldots + p_n dx_n$ *soit une différentielle exacte, et si l'on exprime deux quelconques des quantités p* (p_i et p_k) *en fonction des variables x et d'autres quantités p en nombre quelconque, leurs expressions* φ_i *et* φ_k *vérifieront la condition*

$$(p_i - \varphi_i, p_k - \varphi_k) = 0.$$

» Mais lorsque, partant de l'équation proposée $p_1 = f_1$, on détermine par la méthode de Jacobi les équations

$$F_2 = a_2, \quad F_3 = a_3, \quad \ldots,$$

qui doivent former avec la première le système intégrable, on ne sait pas encore, lorsqu'on leur applique les relations (C), si ces équations appartiennent réellement au système intégrable, car ces fonctions F_2, F_3, ... sont définies par des équations partielles linéaires fournies par la condition (B) et qui admettent *plusieurs intégrales* distinctes. On n'est donc pas autorisé, lorsqu'on choisit arbitrairement l'une de celles-ci pour la fonction F_2 ou F_3 que l'on cherche, à lui attribuer les propriétés du système intégrable, et, en particulier, à appliquer aux valeurs $p_i = \varphi_i$, $p_k = \varphi_k$ tirées de ces équations le théorème ci-dessus, qui concerne exclusivement les expressions tirées du système intégrable.

» Ces difficultés disparaissent lorsqu'on fait reposer la méthode de Jacobi sur notre équation (A), comme nous le ferons voir ailleurs. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe très étendue d'équations différentielles linéaires à coefficients rationnels dont la solution dépend de la quadrature d'un produit algébrique irrationnel.* Note de M. **Göran Dillner**, présentée par M. Hermite.

« Conduit par la Note ingénieuse de M. Brioschi [1], je me suis proposé de traiter la question suivante :

» *Trouver toutes les équations différentielles linéaires possibles à coefficients rationnels dont la solution dépend de la quadrature d'un produit algébrique irrationnel.*

» Voici les traits principaux des résultats que j'ai obtenus.

» Posons l'équation différentielle linéaire d'ordre n à coefficients rationnels

$$(1)\qquad y^{(n)} + p_1 y^{(n-1)} + \ldots + p_{n-1} y' + p_n y = 0$$

et les produits algébriques suivants,

$$(2)\qquad \begin{cases} A = (x-a_1)^{\alpha_1} \ldots (x-a_\mu)^{\alpha_\mu}, \\ B = (x-b_1)^{\beta_1} \ldots (x-b_\nu)^{\beta_\nu}, \end{cases}$$

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 9 août 1880.

où les quantités a, α, b, β sont des constantes; posons ensuite

$$(3)\quad \begin{cases} X = \log A \mathrel{.\cdot.} X^{(n+1)} = (-1)^n \lfloor\underline{n} \sum\limits_{r=1}^{r=\mu} \dfrac{\alpha_r}{(x-a_r)^{n+1}}, \\ Y = \dfrac{B'}{B} \mathrel{.\cdot.} Y^{(n)} = (-1)^n \lfloor\underline{n} \sum\limits_{r=1}^{r=\nu} \dfrac{\beta_r}{(x-b_r)^{n+1}}. \end{cases}$$

Si l'on substitue dans l'équation (1)

$$(4)\qquad y = e^{X+\eta},$$

on obtiendra une équation différentielle d'ordre n et de degré n à coefficients rationnels

$$(5)\qquad F(\eta^{(n)}, \ldots, \eta') = 0,$$

équation qui ne contient pas le terme en η. Posons dans cette équation, pour $C = \text{const.}$,

$$(6)\qquad \eta = C\int \frac{dx}{B} \mathrel{.\cdot.}, \quad \eta' = \frac{C}{B}, \quad \eta'' = -\eta' Y, \quad \eta''' = \eta'(Y^2 - Y'), \ \ldots;$$

alors, $\varphi_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_n$ étant des fonctions rationnelles de x, l'équation transformée (5) prendra la forme suivante,

$$(7)\qquad \left(\frac{C}{B}\right)^n \varphi_0 + \left(\frac{C}{B}\right)^{n-1} \varphi_1 + \ldots + \frac{C}{B}\varphi_{n-1} + \varphi_n = 0,$$

équation qui doit être identiquement satisfaite. Maintenant, $m_1, \ldots, m_\nu$ étant des nombres entiers positifs ou négatifs, posons

$$(8)\qquad \beta_r = \frac{m_r}{n} \quad (r = 1, 2, \ldots, \nu),$$

où au moins un des nombres $m_1, \ldots, m_\nu$ soit premier avec n; alors, $\left(\frac{C}{B}\right)^n$ étant rationnelle, tandis que les autres puissances ne le sont point, la condition nécessaire et suffisante pour que l'équation (7) soit une identité est que les équations

$$(9)\qquad \left(\frac{C}{B}\right)^n \varphi_0 + \varphi_n = 0, \quad \varphi_1 = \varphi_2 = \ldots = \varphi_{n-1} = 0$$

soient aussi des identités. Mais chacune de ces n équations contient linéairement au moins un des coefficients $p_1, \ldots, p_n$, qui, par là même, seront

déterminés. En posant

$$(10)\qquad C_r = Ce^{\frac{2r\pi i}{n}} \quad (r=1, 2, \ldots, n),$$

une solution particulière y_r prendra, à l'aide de (3), (4) et (6), la forme

$$(11)\qquad y_r = Ae^{C_r\int\frac{dx}{B}} \quad (r=1, 2, \ldots, n).$$

En observant que, à l'aide de (10), $C_1 + C_2 + \ldots + C_n = 0$, le produit de ces n solutions prend la forme

$$(12)\qquad y_1 y_2 \ldots y_n = A^n.$$

» Pour l'équation du second ordre, remarquons les deux cas suivants. L'équation transformée (5) étant de la forme

$$\eta'' + X'' + p_1(\eta' + X') + p_2 + (\eta' + X')^2 = 0,$$

on aura, d'après (9), les identités

$$\left(\frac{C}{B}\right)^2 + X'' + p_1 X' + p_2 + X'^2 = 0 \quad \text{et} \quad p_1 - Y + 2X' = 0,$$

qui détermineront les coefficients p_1 et p_2 de l'équation (1).

» 1° En supposant $2\alpha_r = \beta_r = 1$ et $a_r = b_r$ $(r = 1, 2, \ldots, \mu)$, la relation

$$p_1 = \sum_{r=1}^{r=\nu} \frac{\beta_r}{x - b_r} - \sum_{r=1}^{r=\mu} \frac{1}{x - a_r} = \frac{1}{2}\left(\frac{\varphi'}{\varphi} + \frac{\rho}{x - e}\right)$$

donne la solution de M. Brioschi.

» 2° Si le produit B ne contient d'autre irrationalité que

$$\sqrt{1 - x^2}\sqrt{1 - k^2 x^2},$$

on obtiendra la classe des équations du second ordre qui se résolvent par les fonctions elliptiques ordinaires.

» Pour l'équation du troisième ordre, il faut remarquer que, dans le cas où le produit B ne contient d'autre irrationalité que $[(1 - x^3)(1 - k^3 x^3)]^{\frac{s}{3}}$ $(s = 1, 2)$, on obtiendra une classe d'équations qui se résolvent par des fonctions dont le rapport aux équations du troisième ordre est analogue à celui des fonctions elliptiques aux équations du second ordre. Le même raisonnement s'appliquera à une équation d'ordre quelconque. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Principes d'un calcul algébrique qui contient comme espèces particulières le calcul des quantités imaginaires et des quaternions.* Note de M. **Lipschitz.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« .... Quant à la notion de l'Algèbre, je suis convaincu de la justesse de l'énoncé que l'objet de cette science est défini par les résultats d'un nombre limité d'opérations, addition, soustraction, multiplication et division, ces opérations faites sur des quantités réelles. Sous ce point de vue, l'introduction du radical propre aux quantités imaginaires paraît fondée sur le fait algébrique que le produit de deux sommes de deux carrés s'exprime également par une somme de deux carrés. De même les règles du calcul des quaternions, introduit par Hamilton, découlent de la représentation, proposée par Euler, du produit de deux sommes de quatre carrés comme une somme de quatre carrés. Or mon attention s'est fixée sur la circonstance que la composition de deux sommes de quatre carrés s'est présentée dans votre premier Mémoire sur les formes quadratiques, publié dans le Tome XLVII du *Journal de Crelle*, à l'occasion de la transformation de la somme de trois carrés en elle-même. Partant, la méthode que vous avez trouvée, vous-même et M. Cayley, pour la transformation de la somme de n carrés en elle-même m'a conduit à découvrir les règles d'un nouveau genre de calcul algébrique, où le calcul usuel des quantités imaginaires et le calcul des quaternions sont contenus comme les deux premiers cas. Si vous voulez suivre l'explication que je vais vous en faire maintenant, vous verrez la différence qui existe entre ma méthode et l'extension du calcul des quaternions donnée par Hamilton dans les Tomes VII, VIII, IX du *Philosophical Magazine*. Je me réserve de comparer mes recherches au travail de M. Fröbenius, publié dans le Tome LXXXIV du Journal de feu notre ami Borchardt.

» Soient données $\frac{n(n-1)}{2}$ quantités réelles quelconques λ_{ab}, où a et b parcourent les valeurs $1, 2, \ldots n$ et où $\lambda_{ab}+\lambda_{ba}=0$. On en forme, avec les variables réelles $x_1, \ldots, x_n$ et $y_1, \ldots. y_n$ les n équations

$$\begin{aligned}
x_1 + \lambda_{21} x_2 + \ldots + \lambda_{n1} x_n &= y_1 + \lambda_{12} y_2 + \ldots + \lambda_{1n} y_n,\\
\lambda_{12} x_1 + x_2 + \ldots + \lambda_{n2} x_n &= \lambda_{21} y_1 + y_2 + \ldots + \lambda_{2n} y_n,\\
\lambda_{1n} x_1 + \lambda_{2n} x_2 + \ldots + x_n &= \lambda_{n,1} y_1 + \lambda_{n,2} y^2 + \ldots + y_n,
\end{aligned}$$

d'ou suit l'équation

$$x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2 = y_1^2 + y_2^2 + \ldots + y_n^2.$$

Alors le déterminant $\Delta\lambda$ du système des coefficients à gauche et à droite a la propriété d'être égal à la somme de l'unité et de $2^{n-1} - 1$ déterminants gauches impairs, partant de 2^{n-1} carrés, dont les bases sont des fonctions rationnelles entières des λ_{ab}. Suivant une proposition donnée par Jacobi dans le tome 2 du *Journal de Crelle*, je désignerai chaque base en affectant la lettre λ d'indices d'un seul terme pris dans l'ordre correspondant, par exemple

$$\lambda_{1234} = \lambda_{12}\lambda_{34} + \lambda_{13}\lambda_{42} + \lambda_{14}\lambda_{23}.$$

Donc la fonction $\lambda_{abcd\ldots f}$, par une permutation quelconque des indices différents, se change en elle-même ou dans sa valeur négative selon que la permutation est réductible à un nombre pair ou impair de changements de deux indices. Pour la valeur $n = 2$, le système des coefficients à gauche et à droite est construit ainsi que dans chacun les termes de la première et de la seconde ligne verticale ne diffèrent entre eux que par l'ordre et par les signes $\pm$ y appliqués. Au contraire, pour chaque valeur de n plus grande que 2, les n équations formulées permettent d'en déduire $2^{n-1} - n$ équations nouvelles, qui, jointes aux premières, fournissent un système dont les coefficients, qui ne sont autre chose que les fonctions $\lambda_{abcd\ldots f}$, ont la propriété que les termes des lignes verticales ne diffèrent entre eux que par l'ordre et par les signes $\pm$ qui y sont appliqués.

» Comme chaque équation nouvelle sera caractérisée par le coefficient dont x_1 sera affecté, distinguons le cas du coefficient $\lambda_{123\ldots p}$ et du coefficient $\lambda_{23\ldots q}$. En appliquant aux équations données successivement pour le premier cas les facteurs

$$0,\ \lambda_{34\ldots p},\ \lambda_{45\ldots p,2},\ \ldots,\ \lambda_{23\ldots p,1},$$

pour le second cas les facteurs

$$\lambda_{23\ldots q},\ \lambda_{34\ldots q,1},\ \ldots,\ \lambda_{123\ldots(q-1)},$$

l'addition donne respectivement les équations

$$\begin{aligned}
&\lambda_{123\ldots p}x_1 + \lambda_{34\ldots p}x_2 + \ldots + \lambda_{23\ldots(p-1)}x_p + \lambda_{(p+1)23\ldots p}x_{p+1} + \ldots + \lambda_{n,23\ldots p}x_n \\
&\quad = -\lambda_{123\ldots p}y_1 + \lambda_{34\ldots p}y_2 + \ldots \\
&\qquad\qquad + \lambda_{23\ldots(p-1)}x_p - \lambda_{(p+1)23\ldots p}y_{p+1} - \ldots - \lambda_{n,23\ldots p}y_n, \\
&\lambda_{23\ldots q}x_1 + \lambda_{34\ldots q,1}x_2 + \ldots + \lambda_{12\ldots(q-1)}x_q + \lambda_{(q+1)12\ldots q}x_{q+1} + \ldots + \lambda_{n,1\ldots q}x_n \\
&\quad = \lambda_{23\ldots q}y_1 + \lambda_{34\ldots q1}y_2 + \ldots \\
&\qquad\qquad + \lambda_{12\ldots(q-1)}x_q - \lambda_{(q+1)12\ldots q}y_{q+1} - \ldots - \lambda_{n,12\ldots q}y_n.
\end{aligned}$$

De celles-ci suivent toutes les équations désirées, en substituant pour $23\ldots p$ et pour $23\ldots q$ toutes les combinaisons de nombres, qui diffèrent entre eux et de l'unité. Maintenant on voit facilement que la somme des termes gauches du système complet de 2^{n-1} équations, élevés au carré, devient égale au produit du déterminant $\Delta\lambda$ et de la somme $x_1^2+x_2^2+\ldots+x_n^2$, la somme semblable à droite au produit de $\Delta\lambda$ et de la somme $y_1^2+y_2^2+\ldots+y_n^2$, d'où suit encore l'équation de transformation de la somme de n carrés en elle-même. Voici les faits d'Algèbre qui servent de base à ce que je vais exposer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la partition des nombres.* Note de M. **David**, présentée par M. Resal.

« J'ai donné dans les *Comptes rendus* (année 1880, 1[er] semestre, p. 1344) une loi pour écrire immédiatement toutes les solutions de l'équation

$$p_1+2p_2+3p_3+\ldots=n,$$

sans calcul, sans omission, sous la seule réserve qu'on les écrive dans l'ordre déterminé par cette loi. Voici une seconde solution du même problème, qui présente la même simplicité, et dont l'emploi pourra dans certains cas être préférable.

» Le nombre r étant un quelconque des nombres $1, 2, 3, \ldots$, on a une solution en posant $p_1=n-2r$, $p_2=r$. De cette première solution on déduit toutes les autres, correspondant au nombre r, par le Tableau suivant, dans lequel on a omis comme précédemment, pour abréger, les valeurs nulles des p :

$p_1=n-2r$ $p_2=r$	$p_1=n-2r-1$ $p_2=r-1$ $p_3=1$	$p_1=n-2r-2$ $p_2=r-2$ $p_3=2$	$p_1=n-2r-3$ $p_2=r-3$ $p_3=3$	…,
		$p_1=n-2r-2$ $p_2=r-1$ $p_4=1$	$p_1=n-2r-3$ $p_2=r-2$ $p_3=1$ $p_4=1$	…,
			$p_1=n-2r-3$ $p_2=r-1$ $p_5=1$	…

Chaque groupe d'une ligne verticale donne naissance à un ou deux groupes de la ligne verticale suivante, en prenant pour p_1 le même nombre diminué de l'unité, et en ne faisant varier, dans les autres valeurs de p_2, p_3, p_4, ..., que les deux dernières si elles sont consécutives, et la dernière s'il en est autrement: si elles sont consécutives, diminuer l'avant-dernière de 1 et augmenter la dernière de 1, puis diminuer la dernière de 1 en introduisant une nouvelle quantité p égale à 1 et d'un indice supérieur de 1, ce qui donne deux solutions nouvelles; si elles ne sont pas consécutives, diminuer la dernière seulement de 1 en introduisant encore une nouvelle quantité p égale à 1 et d'un indice supérieur de 1, ce qui ne produit qu'une solution nouvelle.

» En faisant successivement $r = 1, 2, 3, \ldots$, on a toutes les solutions en nombres entiers et positifs, pourvu que l'on ne continue pas les opérations pour les groupes dans lesquels les valeurs de p_1 ou p_2 deviennent négatives.

» Il est clair, d'ailleurs, que la première résolution et celle-ci ne diffèrent que par la loi qui groupe les solutions, c'est-à-dire par la manière dont les nombres qui satisfont à l'équation proposée sont ordonnés, et il en serait évidemment de même de toute autre résolution analogue de cette équation. »

PHYSIQUE. — *Sur les actions mécaniques de la lumière ; considérations théoriques pouvant servir à interpréter les expériences réalisées par M.* G. Bell. Note de M. CH. CROS.

« M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL donne lecture d'une Note par laquelle M. Ch. Cros rappelle qu'il a adressé à l'Académie, le 20 mai 1872, un Mémoire, publié en partie dans le journal *la Synthèse médicale* (août-novembre 1879), dans lequel il était conduit, par des considérations théoriques, à affirmer *a priori* les résultats d'expériences qui lui paraissent présenter une analogie remarquable avec celles qui viennent d'être communiquées à l'Académie, aujourd'hui même ([1]), par M. G. Bell. Il ajoute que, en tout cas, ces considérations ne seront peut-être pas inutiles pour expliquer ces expériences.

Voici le passage principal de ce Mémoire ([2]), auquel l'auteur fait allusion :

« § 26. — Pour concevoir les actions mécaniques réelles de la lumière sur la matière, il

([1]) Voir plus haut, p. 595.

([2]) *La Synthèse médicale*, octobre 1879, p. 115.

faut retourner les lois des actions de la matière sur la lumière, telles que les lois de réfraction, de réflexion, etc.

» Puisque la lumière, en passant d'un milieu dans un autre de densité différente (milieux séparés par une surface oblique à la direction des rayons), *subit* une déviation, on doit en conclure que, si le milieu *agit* sur elle, elle *réagit* sur le milieu. Le principe mécanique universel de la réaction me permet donc d'affirmer que :

» 1° La lumière tend à ramener la densité du milieu qu'elle traverse vers celle du milieu d'où elle sort;

» 2° Elle tend à déplacer le corps transparent dans un sens opposé à la déviation qu'elle subit;

» 3° Enfin, dans le fait de réflexion, le corps réfléchissant subit un recul.

» Voici quelles expériences je ferais sur ces lois, si j'en avais le loisir et les moyens :

» A. On ferait entrer, dans un tuyau renforçant une note de n vibrations à la seconde, un rayon lumineux interrompu et rétabli n fois par seconde. La raréfaction ou la condensation alternative du milieu gazeux pourrait peut-être faire parler le tuyau.

» La chaleur rayonnante sera une cause d'erreur à écarter ou à corriger.

» B. Un appareil, analogue à la balance de Coulomb, porterait, au lieu du disque de clinquant, une petit masse de forme commode en une substance transparente, très réfringente. Cette masse serait équilibrée à l'autre bout du levier. L'appareil étant bien immobile, placé dans l'obscurité et dans le vide, on ferait passer un rayon lumineux intense à travers la masse réfringente et l'on observerait s'il y a déplacement sensible.

» Il faut s'enquérir si la réflexion partielle à la surface du milieu réfringent ne fait pas obstacle à l'effet mécanique.

» C. Pour étudier le déplacement par réflexion, il faut remplacer la masse réfringente par un miroir léger, toujours dans le vide, à cause des résistances et des courants d'air [1].

» Ou encore on essayerait de faire vibrer une lame métallique bien polie ou une membrane argentée par une suite de n éclairs à la seconde, cette relation du nombre au temps étant donnée par le corps vibrant.

» Ces expériences, exécutées et réussies, feront très justement un nom à leur auteur. Mais, je le répète, le principe universel de réaction permet d'affirmer les lois ci-dessus avant vérification expérimentale. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de la distribution de la lumière dans le spectre solaire.* Note de MM. **J. Macé** et **W. Nicati**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une précédente Communication que nous avons eu l'honneur de faire à l'Académie [2], nous indiquions les principes sur lesquels on doit

---

[1] Le radiomètre de M. Crookes me paraît avoir été construit depuis, au nom de théories analogues; mais on sait que c'est la chaleur qui le fait mouvoir.

[2] *Comptes rendus*, séance du 31 mai 1880.

s'appuyer pour comparer entre elles, au point de vue de leurs intensités, des lumières de couleurs différentes. Nous décrivions, en outre, la marche générale des expériences que nous avions entreprises pour les appliquer à l'*étude de la distribution de la lumière dans le spectre solaire*.

» Le Tableau ci-dessous résume une série de recherches entreprises par cette méthode, relatives uniquement à trois observateurs de vue normale et ne présentant en particulier aucune trace de daltonisme. Nous avons eu soin, pour construire ce Tableau, de transformer, par le calcul, les nombres donnés directement par l'expérience, en ceux que nous aurions obtenus si nous avions opéré sur un spectre normal, ou en longueurs d'onde. Pour permettre une comparaison plus facile, l'intensité maximum a été, dans tous les cas, représentée par 1000.

Longueurs d'onde en millièmes de millimètre.	1er observateur.			2e observateur.	3e observateur.
	$I_r=1,00$.	$I_r=10$ env.	$I_r=0,5$ env.		
μ 0,681	15,1	»	15,4	»	22,8
0,641	111	112	111	200	16,3
0,613	252	»	»	355	»
0,589	768	768	776	768	745
0,567	1000	»	»	1000	1000
0,550	954	935	973	»	925
0,534	512	»	»	512	»
0,520	314	317	299	299	320
0,507	128	»	129	»	»
0,497	42,2	25,8	52,81	86,9	66,3
0,476	5,47	»	»	»	»
0,458	1,84	»	3,97	11,37	3,00
0,442	0,521	»	1,21	5,14	»
0,428	0,183	»	0,494	2,07	0,370

» Les conclusions qu'on peut tirer des nombres compris dans ce Tableau sont les suivantes :

» 1° Dans tous les cas, *l'intensité maximum est dans le jaune, en un point très voisin de la raie* D, *conformément à l'opinion généralement reçue* (¹). L'intensité décroît très rapidement de part et d'autre de ce point, et devient déjà très faible dans le bleu.

» 2° Si l'on compare entre eux les résultats obtenus pour un même observateur (colonnes 2, 3 et 4 du Tableau) avec des quantités de lumière

(¹) NEWTON, *Optique*, Liv. I, Ire Partie, p. 109.

de plus en plus faibles [1], on voit la vérification complète du fait établi par Purkinje, que nous avons étudié dans notre dernière Note. On constate en effet que, avec la diminution de l'éclairage, la courbe représentative des intensités se relève beaucoup à partir du bleu, ce qui revient à dire que *la perception du bleu et du violet diminue beaucoup plus lentement avec la diminution de l'éclairage que celle des couleurs moins réfrangibles.*

» Nous signalons en outre ce fait important, établi, croyons-nous, pour la première fois, que *depuis l'extrême rouge jusqu'au vert de longueur d'onde* $0^{\mu},5$ *environ, la loi de distribution de l'intensité reste absolument la même, quel que soit l'éclairage, aux erreurs près d'observation.*

» 3° Si l'on compare entre eux les résultats obtenus pour les divers observateurs, placés dans les mêmes conditions (même valeur de l'acuité visuelle, colonnes 2, 5 et 6 du Tableau), on trouve des variations notables, surtout dans le bleu, à partir du même point que ci-dessus ($0^{\mu},5$), mais aussi dans le rouge. Il faut en conclure qu'*il y a, entre différents yeux également capables de discerner les couleurs, des différences très sensibles.* Ces mêmes différences se retrouvent, fortement exagérées, dans les cas de daltonisme : c'est ce qui fera le sujet d'une prochaine Note. »

ACOUSTIQUE. — *Formes vibratoires des pellicules circulaires de liquide saposaccharique.* Note de M. C. DECHARME. (Extrait par l'auteur.)

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie (séance du 29 septembre 1879), sont exposées les relations générales qui existent entre les diamètres des *bulles de liquide glycérique,* les vitesses de vibrations et les nombres de nodales correspondants. Depuis, j'ai cherché à découvrir des lois analogues pour les diverses figures pelliculaires que l'on peut produire avec ce liquide, ou ses congénères. C'est le résultat de ces recherches que je vais faire connaître, en ce qui concerne les *pellicules circulaires* seulement.

» Donnons d'abord une première idée du phénomène. Lorsque, au moyen

---

[1] Nous croyons utile de rappeler que notre méthode consiste, pour comparer entre elles deux régions d'un même spectre, à les ramener successivement à l'identité, par une variation convenable de l'une d'elles, identité obtenue, par définition, lorsque l'acuité visuelle de l'observateur est redevenue la même. En tête des colonnes 2, 3 et 4 se trouvent désignées les quantités de lumière rouge (I_r) employées dans ces trois séries d'expériences. L'intensité $I_r = 1$ correspond à une distance de l'observateur à l'objet égale à $1^{m},10$.

d'un liquide pompholygène (liquide glycérique, sapo-saccharique ou autre) ([1]) et à l'aide d'un cadre de $0^m,15$ à $0^m,20$ de diamètre, on a obtenu une pellicule plane, si l'on approche de son centre, soit à petite distance, soit au contact, une tige vibrante munie d'un appendice à son extrémité, on verra se produire, sur la pellicule, des ondes et des circonférences nodales concentriques, très nettes quand les circonstances sont favorables et d'autant plus nombreuses que le mouvement vibratoire est plus rapide; phénomène analogue à celui des *bulles*, et que j'ai décrit précédemment ([2]).

» Je ne m'arrêterai pas aux détails des dispositions expérimentales, faciles à imaginer. Je dirai seulement que j'ai employé des cadres métalliques de $0^m,05$, $0^m,10$, $0^m,13$, $0^m,20$, $0^m,25$ de diamètre et de 6^{mm} d'épaisseur, avec lesquels on obtient de belles lames bien planes et d'une très grande sensibilité. Chacun de ces cadres était muni de trois pieds équidistants.

» Après avoir comparé les divers moyens de mettre les pellicules en vibrations (par influence, par contact, par communication médiate, etc.), je me suis arrêté au suivant. J'ai employé, comme pour les bulles, une lame d'acier de $0^m,25$ de longueur et de $0^m,0014$ d'épaisseur, à l'extrémité de laquelle se trouvait fixé, à la cire molle, l'excitateur proprement dit : un verre de montre ou un disque de liége de $0^m,02$ de diamètre, pour le procédé par influence, ou, dans le procédé par contact, un petit cylindre en bois de $0^m,003$ d'épaisseur, auquel la pellicule adhérait suffisamment pour en suivre toutes les oscillations lentes ou rapides. La tige était serrée au moyen d'une vis de pression sur un support très lourd.

» Pour faire une expérience, on retire du liquide le cadre portant la pellicule; on le place horizontalement, on fait avancer la tige jusqu'à ce que son appendice, qui lui est perpendiculaire, arrive au centre de la pellicule; on fait vibrer la tige (soit avec l'archet, soit en lui donnant de légers chocs avec le doigt, ou en se servant d'un marteau en caoutchouc). Il se produit alors, sur la pellicule, des nodales concentriques que l'on observe par réflexion de la lumière à sa surface. Ces lignes sont d'autant plus nombreuses que la partie vibrante de la tige est plus courte. On fait varier cette

---

([1]) Le liquide employé dans mes expériences, et que je nomme, par abréviation, *sapo-saccharique*, était une dissolution aqueuse de savon, sans glycérine, dont M. Terquem a indiqué la composition (eau, 100; savon, 1; sucre, 40); liquide facile à préparer et donnant les lames suffisamment durables pour le but que je me proposais.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII, p. 398; novembre 1879.

longueur jusqu'à ce que les nodales soient nettes, fixes et faciles à faire apparaître au plus léger choc. Il ne reste plus qu'à lire sur la tige graduée le nombre de centimètres et de millimètres correspondant. L'appréciation exacte de cette longueur est une difficulté dans ces sortes d'expériences.

» On répète les mêmes opérations pour les divers systèmes de 2, 3, 4, 5, 6, 7 nodales et l'on trouve, après correction des résultats à l'aide d'une construction graphique, cette relation générale :

» *Pour un même diamètre de pellicule, les nombres de nodales sont inversement proportionnels aux longueurs de tige vibrante correspondantes.*

» Cette relation fondamentale est la même que l'une de celles des bulles. Par suite, toutes les autres lois, avec leurs conséquences, sont identiques pour les deux phénomènes, ce que j'ai d'ailleurs vérifié expérimentalement.

» Il suffit donc de rappeler la formule générale qui contient toutes ces lois,

$$\frac{d}{d'} = \frac{Nl}{N'l'} \quad \text{ou} \quad \frac{n}{n'} = \frac{d'^2}{d^2} \times \frac{N^2}{N'^2}$$

$\left(\text{d'après la relation } \frac{n}{n'} = \frac{\rho'^2}{\rho^2}\text{, connue en Acoustique}\right)$, d, d' représentant les diamètres des pellicules; N, N' les nombres des nodales; l, l' les longueurs de tige vibrante; n, n' les nombres de vibrations.

» La première formule peut se réduire à $d = CNl$, où C est une constante (dépendant de la nature et de l'épaisseur de la tige, ainsi que du poids de l'appendice), qui, dans les conditions de nos expériences, avait pour valeur moyenne $C = 0,264$. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la place que le bore occupe dans la série des corps simples.* Note de M. A. ÉTARD, présentée par M. Cahours.

« Pendant un certain temps le borure et le borocarbure d'aluminium cristallisés ont été considérés comme du bore, et classés à côté du carbone et du silicium, en raison de leur ressemblance extérieure avec le graphite et le diamant. Les recherches de MM. Wöhler et H. Sainte-Claire Deville sur le bore graphitoïde et celles de W. Hampe (*Liebig's Ann. Chem.*, t. CLXXXIII, p. 75) sur le bore adamantin ont montré la véritable nature de ces corps, et le bore, exclu de la famille du carbone, n'a pu trouver de place dans la classification.

» M. Mendeleeff, dans sa Table systématique des éléments, basée sur un rapprochement numérique des poids atomiques, place le bore en tête de la série de l'aluminium, bien que $BoCl^3$ ne corresponde pas à Al^2Cl^6, dérivé d'un corps tétratomique, et que Bo^2O^3 soit un acide caractérisé alors que Al^2O^3 est un oxyde basique. Les oxydes basiques de scandium et de gallium, découverts depuis et appartenant à la famille de l'oxyde d'aluminium, accentuent encore cette différence de fonctions et d'analogies.

» D'autre part, MM. F. Nilson et O. Pettersson (*Deutsch. chem. Gesellsch.*, 1880, p. 1451) ont montré que le poids atomique du glucinium était 13,6 au lieu de 9,4, et que ce métal, qui forme un sulfate $Gl^2(SO^4)^3 + 12H^2O$ ou $Gl^2O^3, 3SO^3 + 12H^2O$, devait prendre la place du bore dans la classification. Ils ont ainsi constitué la famille naturelle Gl, Al, Sc, Ga, etc. En outre, le glucinium forme un sel double $Gl^2(SO^4K)^6$, correspondant aux sels de même formule que j'ai obtenus avec l'aluminium, le fer et le chrome, et que j'ai appelés *kalisulfates*. Ces kalisulfates paraissent caractériser le groupement métallique X^2 ou X^2O^3, car les sulfates doubles des terres de la cérite et de la gadolinite répondent tous, selon M. Nilson, à la formule caractéristique $3SO^4K^2, X^2(SO^4)^3$, que j'écris $X^2(SO^4K)^6$ pour les raisons indiquées dans mon Mémoire.

» Le glucinium prenant donc la place du bore dans la Table de M. Mendeleeff, ce corps se trouve encore une fois exclu des séries élémentaires.

» En m'appuyant sur l'atomicité du bore, qui passe de 3 à 5 d'après les combinaisons $BoCl^3$ et $BoOCl^3$, récemment découverte par Councler, j'ai pensé que le bore devait nécessairement faire partie du groupe du phosphore.

» C'est ainsi que, par l'action du zinc éthyle sur l'éther borique, on obtient la triéthylborine, qui, par ses propriétés et sa composition, correspond de la manière la plus parfaite à la triéthylphosphine. En comparant une à une les propriétés du bore et des éléments de ce groupe, dans le *Dictionnaire de Chimie* j'ai pu placer sans hésitation le bore en tête de la famille du vanadium, très voisine de celle du phosphore. On aurait ainsi les deux séries

Az, Ph, As, Sb, Bi, ...,
Bo, Va, Nb, Ta, ...

» L'étroite parenté des éléments Va, Nb, Ta avec la famille du phos-

phore a été établie par les travaux de MM. Deville et Troost pour le niobium et le tantale, et par M. Roscoë pour le vanadium. Ces corps, comme le bore, donnent des chlorures et des oxychlorures volatils, dont la densité de vapeur a été prise. Il me suffira ici de comparer brièvement le bore au vanadium, l'analogie entre les autres termes étant déjà solidement établie.

» Le bore et le vanadium sont des corps grisâtres, pulvérulents, carbonoïdes, infusibles et combustibles à l'air; ils paraissent intermédiaires entre la série du phosphore et celle du carbone. Le bore et le vanadium s'unissent au chlore pour donner $BoCl^3$ et $VaCl^3$. Ils donnent encore $BoOCl^3$ et $VaOCl^3$, bouillant l'un vers 100°, l'autre à 126°; ce sont des liquides jaunes fumants. Le bore et le vanadium, ainsi que le reste de la série, ont la propriété assez rare d'absorber directement l'azote. Ils entrent dans les combinaisons à l'état de radicaux (BoO) et (VaO) : boryle et vanadyle. On connaît les oxydes Bo^2O^3 et Va^2O^3, et la classification du bore dans la famille du vanadium fait prévoir la formation d'un oxyde acide Bo^2O^5 correspondant à Va^2O^5 et à Ph^2O^5, dont je me propose de faire connaître les propriétés dans une prochaine Note. Il existe des sels de vanadium à acides condensés, analogues aux polyborates; le type de combinaison le plus fréquent renferme Bo^4 et Va^4.

» Il existe des fluoborates, fluoniobates et fluotantalates, ainsi que des fluoxyborates, niobates et tantalates.

» La difficulté d'analyse d'une part, la volatilité et la solubilité des combinaisons boriques d'autre part, expliquent comment celles-ci, largement diffusées dans la nature, n'ont pas été signalées parmi les éléments du groupe. Pour la même raison, le vanadium n'accompagne pas ses congénères le niobium et le tantale, dans la *columbite*, l'*euxénite* et la *samarskite*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le propylacétal et l'isobutylacétal.* Note de M. J. DE GIRARD, présentée par M. Wurtz.

« Ces deux acétals, qui n'avaient pas encore été préparés, ont été obtenus par le mode de production déjà indiqué pour l'acétal [1].

» 1. *Propylacétal.* — On fait passer pendant plusieurs heures un courant

[1] R. ENGEL et DE GIRARD, *Comptes rendus*, t. XC, p. 692.

d'hydrogène phosphoré non inflammable dans un mélange d'aldéhyde et d'alcool propylique (1^{vol} d'aldéhyde pour 2^{vol} d'alcool). Après plusieurs lavages à l'eau et dessiccation sur le chlorure de calcium, on isole le propylacétal par des distillations fractionnées.

» Le propylacétal est un liquide incolore, d'une odeur très pénétrante, bouillant à 146-148°, soluble dans l'alcool et l'éther, insoluble dans l'eau. D = 0,825 à 22°,5. Il ne réduit pas le nitrate d'argent ammoniacal, n'est pas attaqué par une solution bouillante de potasse caustique ni par le potassium. L'acide chlorhydrique concentré le dissout sans le colorer; l'acide sulfurique concentré le charbonne à froid. Chauffé en vase clos à 150-180° avec de l'acide acétique cristallisable, il se dédouble en aldéhyde et acétate de propyle.

» L'analyse a donné :

		Théorie.
C	65,61	65,75
H	12,4	12,32

» Un mélange d'aldéhyde et d'alcool propylique, abandonné quelque temps, fournit un peu de propylacétal; mais l'intervention de l'hydrogène phosphoré accélère la réaction et augmente le rendement.

» 2. *Isobutylacétal.* — Obtenu de la même façon, on le sépare par des distillations fractionnées. Liquide incolore, bouillant à 168-170°, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. D = 0,816 à 22°. L'acide sulfurique le charbonne à froid. L'acide chlorhydrique le dissout sans le colorer. Une solution bouillante de potasse caustique ne l'altère pas. Il ne réduit pas le nitrate d'argent ammoniacal.

» L'acide acétique cristallisable le dédouble à 100° en aldéhyde et acétate d'isobutyle bouillant à 105-107°.

» 3. *Points d'ébullition des acétals :*

Le diméthylacétal bout à	64°
L'acétal »	104°
Le propylacétal »	146°-148°

» Il y a une différence constante de 40° environ qui concorde avec la règle de H. Kopp : élévation de $2 \times 20° = 40°$ pour $2CH^2$ introduits dans la molécule. Le butylacétal normal inconnu doit donc bouillir à 186-188°.

» La comparaison des points d'ébullition des composés correspondants

de l'alcool butylique normal et isobutylique fournit une différence constante de 8 environ :

	Normal.	Iso.
Alcool butylique........	116,9	108,4
Chlorure........	77,6	69
Bromure......	100,4	92
Iodure.........	129,6	121
Acide butylique.........	163	154
Acétate de butyle.......	114	105-107

» L'introduction du radical isobutyle à la place du radical butyle normal abaisse donc de 8° à 9° le point d'ébullition. Le remplacement de deux fois le radical butyle par l'isobutyle l'abaissera de 16° à 18°. Par suite, l'isobutylacétal devra bouillir à 186° — 16° = 170°. C'est, en effet, le point d'ébullition trouvé pour l'isobutylacétal. »

M. A. Fournier adresse une Note concernant la formule du rapport de la circonférence au diamètre.

M. S. Rosolimos adresse une Note intitulée : « L'occlusion des orifices auriculoventriculaires ; expériences et critique ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 octobre 1880.

Ministère des Travaux publics. Ports maritimes de la France; t. IV : *D'Ouessant au Pouliguen*. Paris, Impr. nationale, 1879; 1 vol. in-8°, avec Atlas grand aigle.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices

du Conseil général; année 1879. Montpellier, typogr. Boehm et fils, 1880; in-4°.

La question du Tibre; par M. DAUSSE. Grenoble, Baratier et Dardelet, 1880; br. in-8°.

Recherches sur l'enchondrome; son histologie et sa genèse; par le Dr A.-H. WARTMANN. Genève et Bâle, H. Georg; Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

Étude sur les orbites hyperboliques et sur l'existence probable d'une réfraction stellaire; par P. BRETON. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

Découvertes et idées nouvelles sur les mondes du ciel; par C. FERRANDI. Bastia, C. Olivieri, 1880; br. in-8°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; t. XIX. Modena, 1879; in-4°.

Sui temporali osservati nell' Italia superiore durante l'anno 1877. Relazione di G. SCHIAPARELLI e P. FRISIANI. Milano, U. Hoepli, 1880; in-4°.

Lehrbuch der organischen qualitativen Analyse; von Dr CH. TH. BARFOED. Kopenhagen, fr. Höst, 1880; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 OCTOBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie le Volume de la *Connaissance des Temps* pour 1882, s'exprime ainsi :

» J'ai été chargé par le Bureau des Longitudes de faire hommage à l'Académie du deux-cent-quatrième Volume de la *Connaissance des Temps*, celui de l'année 1882. L'Académie me permettra de lui signaler rapidement les améliorations qui distinguent particulièrement ce Volume.

» 1° Les savants qui iront en divers pays observer cette année-là le second passage de Vénus, le dernier de ce siècle, y trouveront une Table donnant, sans calcul, pour tous les points du globe d'où le phénomène sera visible, les instants de toutes les phases de ce passage, avec la précision même des Tables astronomiques. C'est là une innovation dont les observateurs nous sauront gré.

» 2° Une autre Table, également nouvelle, permettra aux marins, aux géodésiens, aux voyageurs et aux topographes de déterminer avec exactitude, par un simple relevé de la Polaire, l'origine des mesures azimutales, je veux dire la direction du méridien.

» 3° La *Connaissance des Temps*, qui donnait autrefois les positions, de dix

jours en dix jours, de vingt étoiles fondamentales, en fournit aujourd'hui trois cents; elle donne aussi les positions, jour par jour, de dix étoiles polaires. Il importait de mettre le monde savant en état d'apprécier l'exactitude de ces données capitales. Le Volume actuel contient la comparaison de toutes ces étoiles avec les dix dernières années d'observations méridiennes faites à l'Observatoire de Paris.

» 4° Enfin il nous restait à satisfaire à un dernier *desideratum*. On connaît le rôle que jouent les éphémérides de la Lune dans la Navigation et la haute Géographie. Les Tables de Hansen, dont nous nous servons encore et qui représentent si bien les observations d'un siècle entier, de 1750 à 1850, sont en erreur, depuis vingt ans, de quantités qui se sont graduellement accrues jusqu'à 10″ ou 12″. Il peut en résulter, sur les longitudes conclues des observations à l'aide de nos éphémérides, des erreurs de 5′ à 6′. Le Volume actuel contient les corrections empiriques qu'il faut appliquer aux éphémérides pour tenir compte, autant que faire se peut, de ces erreurs. Les Tables actuelles n'étant pas fondées exclusivement sur la théorie, il n'est pas possible de procéder autrement.

» A cette occasion, je rappellerai à l'Académie que l'achèvement des Tables de la Lune de Delaunay, dont le calcul a été arrêté par la mort si regrettable de cet éminent astronome, a été confié par le Bureau des Longitudes à M. Tisserand; nous espérons, nous sommes certains que dans un délai assez court ces Tables seront achevées par l'habile et savant collègue qui a bien voulu accepter cette lourde tâche, et alors un vœu de Laplace aura reçu enfin son entier accomplissement : les Tables et les éphémérides de la Lune seront exclusivement basées sur la théorie de l'attraction universelle.

» Je ne puis m'empêcher de faire remarquer à l'Académie qu'à cette époque toute la *Connaissance des Temps*, disons mieux, toute l'Astronomie de position, sera basée sur les travaux de deux Membres de l'Académie et du Bureau des Longitudes : M. Le Verrier pour les planètes de notre système, M. Delaunay pour la Lune. C'est là, c'est dans ce double et colossal effort que se trouve la principale contribution de la Science française à l'Astronomie du XIXe siècle.

» J'avais dessein de vous dire, en terminant, que la *Connaissance des Temps* avait enfin atteint le degré de perfection que nous nous étions proposé d'obtenir et que désormais nous ne voyions plus de progrès nouveaux à réaliser; mais il paraît bien qu'en fait de Science il n'est jamais temps de dire : C'est assez! car, dans la dernière séance du Bureau des

Longitudes, M. Lœwy lui-même nous a signalé de nouvelles améliorations dont les navigateurs lui seront certainement reconnaissants. Elles figureront dans le prochain Volume.

» Il nous restera en outre à reprendre en sous-œuvre la Table des positions géographiques, qui, à vrai dire, ne fait pas partie essentielle de la *Connaissance des Temps*. Peut-être même le Bureau jugera-t-il à propos de la publier à part. Toujours est-il qu'avec les progrès incessants de la Science moderne et les exigences constantes de la pratique on n'est jamais sûr d'avoir accompli toute sa tâche. Le Bureau des Longitudes s'efforce du moins de maintenir la sienne au plus haut niveau où les forces humaines et l'appui de l'État lui permettront d'atteindre.

» Messieurs, si la *Connaissance des Temps* s'est élevée en peu d'années au degré, je ne dirai pas de perfection, mais d'achèvement où elle se trouve aujourd'hui, nous le devons d'abord à la libéralité éclairée du Gouvernement qui nous a donné les ressources nécessaires. Nous le devons aussi au zèle de nos collaborateurs de tout ordre attachés à nos bureaux de calcul; mais, scientifiquement, nous le devons avant tout à la supériorité avec laquelle ces moyens puissants ont été mis en œuvre par notre savant confrère M. Lœwy. C'est un hommage que je me plais à lui rendre devant vous, hommage ratifié d'avance, je le sais, par les astronomes de tous les pays. »

GÉOGRAPHIE. — *Longitude de la côte du Brésil.* Note de **M. E. Mouchez.**

« Une mission scientifique, sous la direction de MM. Green et Davis, officiers de la marine des États-Unis, vient de terminer un important travail géographique entrepris en 1878 : à l'aide du câble transatlantique qui depuis quelques années relie l'Europe au continent sud-américain, elle a fixé d'une manière définitive la longitude de ce continent.

» L'absence d'astronomes et d'observatoires dans l'Amérique du Sud et le grand éloignement de cette contrée pour le transport du temps par les navires à voile avaient rendu longtemps difficile la détermination de cette longitude, et permis de proposer les résultats les plus différents, n'ayant guère d'autre valeur que celle qu'ils tenaient de la compétence supposée des observateurs. Il est intéressant aujourd'hui de constater les approximations qu'on avait obtenues par les anciennes méthodes, dans les derniers levés de ces côtes.

» Chargé, vers 1860, d'entreprendre l'hydrographie du Brésil et de la Plata, j'eus pendant plusieurs années l'occasion de faire une série nombreuse d'observations astronomiques diverses, dont la concordance et la comparaison avec les anciennes observations m'avaient permis d'affirmer, dans le Mémoire publié en 1866 à l'appui de ces travaux, que la longitude de ce continent était désormais connue *à* 1^s *ou* 2^s *près*, c'est-à-dire avec une précision à peu près du même ordre que celle des grands observatoires d'Europe, avant qu'ils fussent reliés par le télégraphe ou un réseau géodésique; mais, un savant astronome, établi à cette époque au Brésil, ayant contesté ces résultats devant l'Académie et fait adopter pendant quelques années, par la *Connaissance des Temps*, une longitude provenant de ses propres observations *différant de près de* 30^s de la mienne, il en est résulté depuis cette époque un doute regrettable sur l'exactitude de mes observations du Brésil, qu'il importe d'autant plus de dissiper aujourd'hui, que les soixante-dix Cartes résumant ces travaux sont actuellement entre les mains de tous les navigateurs des côtes orientales de l'Amérique du Sud. Cette comparaison permettra, d'ailleurs, d'apprécier le degré d'exactitude que peuvent obtenir les marins dans la détermination des positions géographiques, à l'aide des procédés applicables pendant de courts séjours dans les ports, quand ils apportent à ce travail tous les soins qu'il exige.

» La mission américaine a fixé la position de six points de cette côte, de 1000 lieues d'étendue : les deux points extrêmes, *Para* et *Buenos-Ayres*, et quatre points intermédiaires, *Pernambuco*, *Bahia*, *Rio de Janeiro* et *Montevideo*.

» Le degré de précision que j'avais indiqué se trouve complètement confirmé, comme le montre le Tableau suivant, qui présente dans la colonne G et D les longitudes définitives que viennent d'obtenir MM. Green et Davis par le télégraphe électrique, et dans la colonne M les résultats que j'ai obtenus pour les mêmes localités à l'aide d'observations astronomiques et chronométriques.

» J'extrais ces derniers résultats du Mémoire publié en 1866 à l'appui de mes travaux :

Lieux.	Longitudes G et D.	Longitudes M.	Erreur.
	h m s	h m s	s
PARA (Douane)	3.23.21,04	3.23.18,77	+ 2,27
PERNAMBUCO (Picao)	2.28.48,77	2.28.47,57	+ 1,20
BAHIA (San Antonio)	2.43.29,37	2.43.27,03	+ 2,34
RIO DE JANEIRO (Observatoire)	3. 2. 2,41	3. 2. 0,30	+ 2,11
MONTEVIDEO (Cathédrale)	3.54.10,02	3.54. 9,00	+ 1,02
BUENOS-AYRES (Douane)	4. 2.49,95	4. 2.49,33	+ 0,62

» Il résulte de ce Tableau que la plus forte erreur de mes longitudes est seulement de $2^s,34$, tandis que celle qu'avait adoptée la *Connaissance des Temps* ($3^h 1^m 3^s,5$), de préférence à la mienne, était en erreur de $27^s,4$. Celle qui figure encore aujourd'hui dans ces Tables, d'après M. Penaud, est en erreur de $7^s,4$, et celle de Montevideo, qui a été déterminée par la *mission des premiers méridiens* envoyée par le Bureau des Longitudes en 1868, et introduite dans la *Connaissance des Temps* postérieurement à la publication de mes travaux, est en erreur de $4^s,8$. Je n'avais que 1^s d'erreur sur ce dernier point.

» On voit d'ailleurs dans le Tableau que, les erreurs étant toutes de même signe, s'il faut reporter la côte entière du Brésil de la très faible quantité d'environ 2^s vers l'ouest (un peu moins de 1^{km}), les longitudes relatives par rapport à Rio de Janeiro, tout le long de ce continent, *sont exactes à quelques dixièmes de seconde près.*

» Il n'était guère possible d'espérer un tel degré de précision dans les circonstances où je me trouvais et avec la rapidité qui a dû toujours présider à mes travaux ; dans nulle autre mer, même en Europe, on ne trouverait une aussi grande étendue de côte mieux déterminée, car des erreurs de 2^s à 3^s sont encore quelquefois signalées jusque dans la Méditerranée, et le dernier Volume du Dépôt de la Guerre, présenté il y a peu de jours à l'Académie, contient la récente détermination télégraphique d'Alger, qui corrige de 4^s la position adoptée jusqu'ici comme la plus exacte.

» J'ai cru inutile de donner la comparaison des latitudes : la plus forte erreur signalée par la mission américaine est de $9''$, et j'ai toujours donné comme exactes à moins de $10''$ près seulement toutes les latitudes déterminées à l'aide du sextant et de l'horizon artificiel, degré d'exactitude bien suffisant pour la construction des Cartes hydrographiques et les besoins de la navigation.

» Il est intéressant maintenant d'examiner l'approximation qu'a donnée chacune des méthodes que j'ai pu employer. Voici les divers résultats extraits du Mémoire cité :

Par les chronomètres.

	h m s	Erreur. s
2 traversées d'Europe du *Lamothe-Piquet*	3.1.59,1	3,3
avec 5 chronomètres (1864-1866)	3.2. 0,9	1,5
1 traversée du *d'Entrecasteaux* (1862)	3.2. 4,3	1,9
29 traversées des paquebots, dont je réglais les 3 chronomètres à chaque traversée	3.2. 1,9	0,5

Par les observations astronomiques directes.

	h m s	Erreur.
36 culminations lunaires (1858-1862)	3.2. 1,3	1,1
4 contacts d'une éclipse annulaire	3.2. 0,9	1,5
Satellites de Jupiter	3.2. 7,3	4,9
Occultation *d* Lion	3.2.14,3	11,9
» A Ophiuchus	3.1.41,3	21,1

» Ces résultats donnent une nouvelle preuve de la grande précision qu'on obtient avec les chronomètres bien étudiés, et de la remarquable certitude qu'ils offrent pour la détermination des positions géographiques; les écarts sont toujours très faibles. Je ferai d'ailleurs remarquer que, lorsque l'influence de la température était sensible sur les marches, je l'ai toujours corrigée à l'aide d'un simple coefficient sans avoir recours à aucune des diverses méthodes plus ou moins laborieuses proposées depuis quelque temps, qui, malgré ce qu'on peut leur accorder de fondé en théorie, n'ont encore fourni dans la pratique aucun résultat utile connu, aucune application d'une supériorité réelle. L'application qui en a été faite à la côte du Brésil par un des auteurs de ces méthodes a donné un résultat moins exact que ceux que j'ai cités plus haut : son erreur est de $7^s,2$, beaucoup plus forte que celle de mes trois traversées.

» Les culminations lunaires, observées avec de petits instruments méridiens portatifs, donnent aussi avec facilité des longitudes à peu près certaines à moins de 3^s ou 4^s près, quand on les observe dans de bonnes conditions. On peut même espérer obtenir une précision de 2^s quand on a un nombre suffisant d'observations et des positions de la Lune bien corrigées. Je l'ai vivement recommandée aux observateurs des missions officielles du Sahara et du Niger, qui viennent de partir il y a peu de jours, après s'être exercés à l'Observatoire de Paris et à Montsouris.

» Les occultations d'étoiles donnent généralement de meilleurs résultats que ceux que j'ai obtenus, mais pour peu que l'étoile passe un peu loin du centre de la Lune, comme cela a eu lieu ici, une légère incertitude sur la déclinaison ou sur la latitude peut avoir une influence très nuisible dans les résultats, surtout quand on n'a observé qu'un contact.

» Le beau phénomène des éclipses annulaires, par la précision absolue avec laquelle on peut observer les quatre contacts, principalement les deux contacts intérieurs, donne certainement le procédé le plus exact et le plus sûr pour déterminer une longitude; mais c'est malheureusement un phénomène qu'on a bien rarement l'occasion d'observer, car il est nécessaire

d'avoir la possibilité d'aller se placer sur la ligne centrale, comme j'ai pu le faire en 1862.

» L'observation des satellites de Jupiter est trop incertaine et ne peut être recommandée qu'aux voyageurs qui traversent les continents peu connus; elle est insuffisante pour les besoins actuels de l'Hydrographie.

» Le résumé de cette vérification de la longitude absolue du Brésil et des longitudes relatives de tous les points de la côte, en confirmant l'exactitude complète de mes travaux, est une nouvelle preuve de ce que j'ai toujours dit en faveur des chronomètres, qui offrent, en l'absence du télégraphe, le procédé le plus sûr, le plus simple et le plus exact pour déterminer cet important élément géographique, sans qu'il soit nécessaire d'en corriger les données autrement que par la méthode très simple et très efficace que j'ai toujours recommandée et qui m'a constamment donné les meilleurs résultats.

» Le dernier Volume du Dépôt de la Guerre fournit encore une nouvelle preuve de cette assertion. M. le colonel Perrier vient de rattacher au méridien de Paris, à l'aide du télégraphe, la longitude du cap Carthage, que j'avais déterminée avec trois chronomètres en 1876, quand j'ai été chargé de lever la Carte des *deux Syrtes; l'erreur signalée n'est que de* $0^s,4$; j'avais donné comme exactes, à 1^s près, les longitudes des 200 lieues de côte que comprend mon dernier levé. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les matières sucrées contenues dans le fruit du caféier;* par M. BOUSSINGAULT.

« La baie ou cerise du caféier a la grosseur d'une merise; à l'état de maturité elle est rouge; sa pulpe, jaunâtre, possède une saveur légèrement sucrée. Chaque fruit renferme deux coques ellipsoïdes, presque rondes, planes d'un côté, accolées par leurs faces aplaties et enveloppées de deux minces tuniques. L'épaisseur de la pulpe comprise entre l'épiderme et la graine est très faible; on en jugera par les dimensions prises sur une cerise de forme à peu près ovoïde : grand axe, $0^m,015$ à $0^m,016$; petit axe, $0^m,012$. L'épaisseur de la couche charnue a varié de $0^m,002$ à $0^m,003$.

» Dans les plantations du Venezuela, lorsque je les visitai, on dégageait les graines de café du fruit en désagrégeant la pulpe. A cet effet, les fruits étaient étendus sur une aire légèrement inclinée. La fermentation avait lieu presque immédiatement en répandant une odeur vineuse. Le suc fermenté s'écoulait ou se desséchait. Après quelques jours d'insolation, les fruits secs

étaient soumis à deux triturations : la première pour obtenir le grain, la seconde à l'effet d'en briser l'enveloppe coriace pour le décortiquer.

» Dans mes notes, je lis que 1^{hlit} de cerises rend de 35^{kg} à 40^{kg} de café marchand.

» Durant mon séjour dans les vallées d'Aragua, à Maracay, j'avais reconnu dans le fruit du caféier plusieurs sucres, dont il restait à spécifier la nature; mais les moyens dont je disposais et aussi l'état de nos connaissances ne me permirent pas alors de continuer des recherches qui seraient restées inachevées, si, à ma prière, l'empereur du Brésil, auquel on ne s'adresse jamais en vain lorsqu'il s'agit de l'intérêt des sciences, ne m'eût fait parvenir, par l'intermédiaire de notre éminent et regretté confrère le général Morin, des cerises de caféier mises dans l'alcool immédiatement après la cueillette. Ces fruits parvinrent au Conservatoire des Arts et Métiers en septembre 1879.

» De l'une des dames-jeannes on retira :

A. Alcool dans lequel les fruits avaient séjourné..................	$6^{kg},400$
B. Fruits imbibés d'alcool....................................	$9^{kg},030$

» A. L'alcool A, d'une teinte ambrée, d'une saveur légèrement sucrée, laissant un arrière-goût amer, ayant une réaction acide, a été distillé dans le vide jusqu'à réduction au volume de 1^{lit}. C'est dans ce résidu de la distillation qu'on a dosé les matières sucrées que l'alcool avait dissoutes, après un traitement préalable par le sous-acétate de plomb. Le liquide, débarrassé du plomb introduit en excès, fut amené à consistance sirupeuse; le sirop, placé dans le vide sec, se prit, en vingt-quatre heures, en une masse cristalline. Les cristaux obtenus par expression, puis purifiés par cristallisation dans l'alcool, présentaient un assemblage d'aiguilles déliées, incolores, d'une saveur fraîche et peu sucrée. Ces cristaux, ne possédant pas de pouvoir rotatoire, entraient en fusion à la température de 166°. Ce sont là les caractères de la mannite qui existerait dans les cerises du caféier mêlée à du sucre interverti et à du saccharose, dont on a déterminé les quantités.

» B. Les cerises imbibées d'alcool, pesant $9^{kg},030$ mises à l'étuve, ont été réduites au poids de $3^{kg},800$; on y a dosé les sucres et la mannite.

» Voici les résultats des dosages :

	A. Dans l'alcool.	B. Dans les $3^{kg},800$ de cerises sèches.	Total.
	gr	gr	gr
Mannite....................	72,0	20,0	92,0
Sucre interverti..............	233,3	131,1	364,4
Sucre de canne..............	65,9	32,7	98,6

» En restituant aux cerises sorties de l'étuve, pesant 3800^{gr}, les matières sucrées que l'alcool A avait enlevées, 371^{gr},2, on a, pour le poids des cerises sèches, environ 4171^{gr}, 2.

» Pour 100 de cerises séchées à l'étuve, dans l'état où elles sont parvenues à Paris, on aurait :

Mannite	2,21
Sucre interverti	8,73
Sucre de canne	2,37
Substances indéterminées	86,69
	100,00

» Dans les matières indéterminées se trouvaient la pulpe privée de substances solubles et les graines avec leurs tuniques cartilagineuses (endocarpe). On a constaté en outre, dans les solutions alcooliques, de l'acide malique et de la caféine.

Les cerises desséchées à l'étuve ont donné pour 100 : graines nettes.	47,93
Des cerises retirées d'une autre dame-jeanne	47,81

» Une dessiccation que je fis sur des cerises fraîches, cueillies sur un caféier de Venezuela, a produit pour 100 :

Graines non décortiquées	33,4	
Pulpe sèche	5,6	Pulpe humide, 66,6.
Eau par différence	61,0	
	100,0	

» De Humboldt, considérant la promptitude avec laquelle la cerise du caféier fermente et la masse énorme de substances organiques fournies par des plantations de cent mille arbustes, était étonné qu'on n'eût jamais pensé à en retirer de l'alcool [1]. Je ne saurais partager l'étonnement du célèbre voyageur, et je doute que la distillation des baies du caféier soit lucrative; je la crois même difficilement praticable. D'abord cette cerise, l'analyse l'indique, est relativement pauvre en pulpe sucrée, si on la compare à la cerise ordinaire, à la merise et autres fruits à noyaux avec lesquels, en Europe, on prépare des liquides alcooliques. Ainsi, tandis que la cerise du caféier ne renferme pas au delà de 66 pour 100 de pulpe :

La cerise ordinaire en contient	90
La prune à *quetchenwasser*	95

(1) De Humboldt, *Voyage aux régions équinoxiales*, t. V, p. 86.

» J'ajouterai que, pour faire fermenter le fruit du caféier, il faudrait recourir aux procédés suivis dans la préparation du kirschenwasser, du quetchenwasser : opérer en vases clos et soumettre à la distillation dans un espace de temps fort limité la totalité de la masse fermentée, graines comprises. Or, il est douteux qu'après une coction dans l'alambic les graines de café ne perdent pas de leur qualité. Il convient, d'ailleurs, de remarquer qu'en présence de la culture de la canne, ce grand producteur de sucre et par conséquent d'alcool, il n'y a réellement aucune raison pour distiller le fruit du caféier, ne donnant, ainsi que je m'en suis assuré, qu'une eau-de-vie sans ces parfums qui font coter si haut au-dessus du prix de l'alcool ordinaire les alcools de merises, de mirabelles, de quetchen. Au reste, il n'est pas exact d'affirmer qu'on n'ait pas tenté d'obtenir un liquide alcoolique du fruit du caféier. On lit, en effet, dans les *Mémoires de l'Académie des Inscriptions*, « que les habitants de l'Arabie » prennent la peau qui enveloppe la graine et la préparent comme le » raisin ; ils en font une boisson pour se rafraîchir pendant l'été. Cette » liqueur vineuse semble posséder toutes les propriétés excitantes que l'on » apprécie dans le café [1]. »

» Dans cette préparation, on fait fermenter la pulpe après en avoir extrait la graine, qui ne saurait, par conséquent, subir aucune altération ; quant au vin de café, il est naturel qu'il ait, à un certain degré, la faculté excitante de l'infusion, puisque la cerise cède, comme on l'a vu, de la caféine à l'alcool, et que des principes fixes de la pulpe restent dans le liquide après la fermentation, qui ne détruit que les matières sucrées. »

BOTANIQUE. — *Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans l'inflorescence du* Mibora verna ; par M. A. Trécul.

« J'ai dit (t. XC, p. 59) que la tige foliifère du *Mibora verna* produit d'abord un petit axe d'inflorescence droit, nu, cylindrique, et que cet axe devient légèrement flexueux sur deux côtés opposés. Plusieurs sinus très faibles peuvent déjà débuter sur des axes de vingt centièmes de millimètre de hauteur. Ce sont les sinus inférieurs qui apparaissent les premiers. Bientôt les sinus saillants deviennent plus proéminents, et ceux du milieu ne tardent pas à dépasser les inférieurs. Un peu après ils sont eux-mêmes

---

[1] *Mémoires de l'Académie des Inscriptions* (*Histoire*), t. XXII, p. 28.

dépassés par les supérieurs. Chacun de ces sinus devenant un rameau, les rameaux supérieurs sont plus avancés que les inférieurs. Alors le sommet de l'axe produit l'épillet terminal qui, le premier, présente ses enveloppes et les organes sexuels. Après lui, c'est le rameau latéral le plus haut placé qui donne le deuxième épillet, et ainsi de suite des autres régulièrement de haut en bas. Il est ainsi formé fréquemment huit ou neuf épillets, plus rarement dix ou onze.

» Quand les premiers vaisseaux du rachis sont apparus, ceux de ses jeunes rameaux ou épillets naissent, non dans l'ordre d'apparition des sinus, c'est-à-dire de bas en haut, mais dans l'ordre de formation des fleurs (chaque épillet étant uniflore), c'est-à-dire que ce sont les rameaux ou épillets supérieurs qui sont les premiers pourvus de vaisseaux et les inférieurs les derniers (¹).

» Voici comment s'accomplit l'apparition des premiers vaisseaux dans les épis de cette intéressante petite plante.

» I. Dans une inflorescence de $0^{mm},85$ qui, outre l'épillet terminal, en avait quatre latéraux dans la série A (celle dont l'épillet inférieur est le plus bas placé) et trois dans la série A', il y avait dans le rachis un seul vaisseau flexueux comme lui. Ce vaisseau, libre par les deux bouts, s'arrêtait par en bas au niveau du deuxième épillet de la série A, à compter d'en bas, tandis que, par en haut, il arrivait à la hauteur de l'aisselle de l'épillet latéral le plus élevé.

» II. Dans un épi un peu plus âgé, haut de $1^{mm},25$, qui avait le même nombre d'épillets, il n'y avait aussi, à l'intérieur du rachis, qu'un seul vaisseau, également libre par les deux bouts; il descendait au niveau de l'aisselle de l'épillet le plus bas placé, et, par en haut, il arrivait au réceptacle de la fleur terminale.

» III. Dans une inflorescence un peu plus avancée, ayant aussi huit épillets, il existait dans le rachis deux fascicules pourvus de vaisseaux. Le plus ancien avait deux vaisseaux, qui s'étendaient jusque dans le réceptacle de la fleur terminale; par en bas, ils descendaient dans la tige proprement dite (feuillue), où ils étaient renforcés par d'autres cellules vasculaires.

(¹) Je crois devoir rappeler qu'outre le *Mibora verna*, dont il s'agit ici, et le *Lepturus subulatus*, décrit à la page 567 de ce volume, j'ai cité antérieurement le *Nardus stricta* comme présentant des vaisseaux d'abord dans ses épillets supérieurs, et en dernier lieu dans les inférieurs (t. XC, p. 214); tandis que, chez d'autres Graminées, ce sont les épillets de la région moyenne qui, les premiers, possèdent des vaisseaux (t. XC, p. 215 et 281).

Ces vaisseaux montaient dans la fleur terminale au niveau des glumelles, *mais ni celles-ci ni les glumes* n'en possédaient encore; *et cependant les étamines en avaient dans toute la longueur de leurs filets.* Le deuxième faisceau du rachis avait un seul vaisseau, qui descendait de même jusque dans la tige proprement dite et, d'autre part, montait seulement jusqu'au niveau de l'insertion de l'épillet supérieur de la série A', qui n'était que le troisième épillet, à compter d'en haut. Malgré cela, dans cet épillet supérieur de A' et dans le supérieur de la série A, qui était le plus élevé de tous les épillets latéraux, *chaque étamine avait un vaisseau*, bien que les glumes et les glumelles n'en eussent pas encore. *Le court pédicelle lui-même de ces deux épillets latéraux supérieurs ne possédait pas de vaisseaux,* tandis que, je le répète, *les étamines en étaient pourvues.* Dans une de ces étamines, et j'ai vu cela plusieurs fois dans le *Mibora,* le premier vaisseau n'existait encore que *dans la moitié supérieure du filet.* Tous les autres épillets, placés au-dessous, étaient sans vaisseaux, et ils étaient d'autant moins avancés dans leur développement qu'ils étaient insérés plus bas. Par conséquent, sur huit épillets, *trois seulement* avaient des vaisseaux, et *le seul épillet terminal* en possédait dans son axe. *Les deux autres en avaient seulement dans leurs étamines.*

» La présence des vaisseaux dans les étamines avant qu'il en existe dans les glumes et dans les glumelles, et même dans l'axe des épillets, n'est-ce pas là un fait des plus intéressants? Je l'ai observé si souvent que cela paraît être le cas ordinaire dans cette plante. Je vais en citer d'autres exemples.

» IV. Un épi de 2^{mm}, 30, outre les vaisseaux des deux faisceaux primaires du rachis, a des vaisseaux *seulement dans les étamines de la fleur terminale.*

» V. Un épi de 3^{mm}, ayant neuf épillets, n'a de vaisseaux que *dans les étamines des deux fleurs les plus élevées* (la terminale et la latérale supérieure), et point dans les glumes ni dans les glumelles.

» VI. Un autre épi de 3^{mm} a des vaisseaux *dans les étamines de trois fleurs,* et pas dans les glumes ni dans les glumelles. Ces trois fleurs sont la terminale et la supérieure de chacune des deux séries A et A'.

» VII. Un épi de 3^{mm}, 30, ayant neuf épillets, présentait des vaisseaux *dans les étamines des cinq fleurs supérieures.* Un des deux faisceaux vasculaires du rachis montait jusque dans le réceptacle de l'épillet terminal, et il en partait un vaisseau qui avançait dans la base de la *glume supérieure.* Il n'existait de vaisseaux ni dans la glume inférieure ni dans les glumelles. Dans les quatre épillets latéraux supérieurs, dont les étamines avaient des vaisseaux, il n'existait de ceux-ci ni dans les glumes, ni dans les glumelles, *ni même dans l'axe de ces épillets.*

» VIII. Dans un épi de 7^{mm} de hauteur, ayant onze épillets, chacun des deux faisceaux primaires du rachis avait plusieurs vaisseaux dans sa partie inférieure, mais un seul dans les mérithalles supérieurs, excepté à la place sur laquelle devaient s'insérer les vaisseaux de l'épillet latéral le plus haut situé, où le plus grand faisceau du rachis était épaissi de quelques cellules vasculaires. Ce faisceau, le premier né, arrivait dans l'épillet terminal, à la base duquel, et plus haut dans le réceptacle, les vaisseaux étaient plus nombreux. Il en montait un fascicule de deux ou trois assez haut dans la nervure médiane de chaque glume (celui de la supérieure était le plus élevé). On n'en voyait pas dans les glumelles, mais il y en avait *dans les étamines,* et ils étaient libres par leur base. — Il y avait de même des vaisseaux dans les étamines de toutes les fleurs, sauf la fleur de l'épillet inférieur. De plus, il n'y avait des vaisseaux que *dans l'axe de quatre des épillets latéraux les plus haut placés,* et ces vaisseaux axiles étaient d'autant moins développés que les épillets étaient insérés plus bas. Voici quel était l'état de ces vaisseaux des épillets latéraux, en les étudiant de bas en haut du rachis. Je répète que dans l'épillet le plus bas placé, appartenant à la série A par conséquent, il n'y avait de vaisseaux ni dans l'axe de l'épillet, ni dans les glumes, ni dans les glumelles, ni dans les étamines elles-mêmes; mais, dans les trois épillets suivants de la série A et dans les deux épillets inférieurs de la série A', il existait des vaisseaux *dans les étamines,* et il n'y en avait ni dans les glumes, ni dans les glumelles, *ni dans l'axe de ces épillets.* — Le premier épillet qui en présentait dans son axe était le troisième de la série A' (à compter d'en bas); il contenait au bas du réceptacle un tout petit groupe vasculaire, atténué en pointe au bout inférieur, qui était libre et éloigné des vaisseaux du rachis, puisqu'il ne descendait pas même au niveau de l'aisselle de cet épillet. — Dans l'épillet placé directement au-dessus, le groupe vasculaire sous-réceptaculaire était un peu plus fort, en forme de cône renversé, et commençait à se diviser par en haut. — Dans les deux épillets latéraux les plus élevés, chacun étant le supérieur de sa série, le faisceau vasculaire du petit axe descendait jusqu'à l'aisselle de l'épillet, mais il était encore libre par en bas. Par en haut il émettait de chaque côté, un peu au-dessous de son sommet libre, qui n'atteignait pas les vaisseaux staminaux, une petite branche qui se dirigeait vers la base de la glume correspondante. — Enfin, dans l'épillet terminal, les vaisseaux du réceptacle, déjà assez nombreux, continuaient le vaisseau unique du premier faisceau du rachis, comme je l'ai dit plus haut en décrivant ce faisceau rachidien. — Quant au deuxième faisceau de ce rachis, dont je n'ai rien dit encore, et qui des-

cendait dans la partie supérieure de la tige mère, il s'arrêtait par en haut au-dessous de l'épillet supérieur de la série A, avec les vaisseaux duquel il ne communiquait pas encore. — L'épillet supérieur de la série A' devait insérer ses vaisseaux sur le côté du premier faisceau rachidien, qui était déjà renflé pour les recevoir, ainsi que je l'ai dit plus haut.

» IX. Dans un autre épi de 7^mm^, un peu plus avancé que le précédent, et n'ayant que huit épillets, le plus ancien des deux faisceaux primaires atteignait le réceptacle dans l'épillet terminal, où les vaisseaux étaient en plus grand nombre et s'arrêtaient un peu au-dessous de ceux des étamines. Un fascicule latéral s'écartait, de chaque côté, de ces vaisseaux axiles, et montait très haut dans la nervure médiane de la glume correspondante. — Dans les trois autres épillets supérieurs latéraux, les vaisseaux de l'axe des épillets étaient de moins en moins avancés, suivant que ces épillets étaient plus bas placés, comme dans l'exemple précédent. — Dans les quatre épillets inférieurs, il n'y avait pas encore de vaisseaux *dans le petit axe* de chacun d'eux, et pourtant il existait des vaisseaux *dans les étamines de toutes les fleurs,* même dans celles de la fleur de l'épillet inférieur. — Dans cet épi, l'épillet latéral le plus élevé, qui appartenait à la série A', était inséré sur le côté du premier faisceau du rachis ; mais le deuxième faisceau du rachis se terminait sous l'épillet supérieur de la série A, vers lequel il dirigeait sa pointe vasculairement libre encore.

» X. Dans un épi de 11^mm^, *les étamines de toutes les fleurs* étaient pourvues de vaisseaux, mais tous les épillets n'avaient pas des vaisseaux dans leur axe. Voici la progression que suivait le développement des vaisseaux dans ces épillets examinés de bas en haut du rachis. Les deux épillets inférieurs (un de chaque côté) n'avaient de vaisseaux *ni dans leur axe,* ni dans les glumes, ni dans les glumelles, *mais les étamines en possédaient.* — Dans le deuxième épillet de chaque série apparaissaient des vaisseaux dans le réceptacle, un peu au-dessous de la base libre des vaisseaux des étamines. — Dans l'épillet suivant, de chaque côté, un petit vaisseau parti du groupe vasculaire de l'axe réceptaculaire entrait dans la base de chaque glume. Les vaisseaux axiles de ces épillets étaient encore libres par en bas. — Dans l'épillet venant au-dessus, ses vaisseaux axiles étaient insérés sur ceux du faisceau le plus jeune du rachis. — Dans trois épillets plus élevés, les vaisseaux étaient en relation avec les deux faisceaux du rachis. Les vaisseaux étaient très nombreux dans le réceptacle, et il en montait très haut dans les glumes.

» Dans plusieurs des exemples décrits ci-dessus, j'ai dit qu'au bas du réceptacle de la fleur de chaque épillet latéral il se développe d'abord un groupe vasculaire, qui par en haut s'élève au niveau de l'insertion des glumelles et qui s'allonge par en bas vers le rachis, pendant que, de chaque côté, il en part un fascicule qui entre dans chacune des glumes, etc. Une seule inflorescence m'a présenté, dans deux épillets superposés de la même série, une exception à cette disposition. Au lieu d'un seul groupe vasculaire placé à quelque distance au-dessous de la base des vaisseaux des étamines, et descendant vers le rachis, il y en avait deux : l'un à la hauteur des glumelles, l'autre près de l'insertion des glumes. — L'épillet le plus bas placé des deux présentait l'état vasculaire le moins avancé. Il y avait dans l'axe de cet épillet, près des glumes, un très court vaisseau bien isolé, et plus haut, relativement loin, près de l'insertion des glumelles, un autre vaisseau notablement plus développé que l'inférieur. — Dans l'autre épillet, inséré directement au-dessus du précédent, le vaisseau inférieur était beaucoup plus allongé que le supérieur. Simple dans sa partie inférieure, il ne descendait pas encore jusqu'à l'insertion du petit axe sur le rachis ; près de son sommet, qui atteignait le niveau de l'insertion des glumes, il était doublé d'un court vaisseau. Le vaisseau sous-glumellaire était bien plus court, et était aussi doublé d'un autre vaisseau dans sa partie supérieure. A quelque distance au-dessus étaient les vaisseaux des étamines, qui étaient libres comme à l'ordinaire. Il y avait donc dans ces deux épillets trois étages de vaisseaux superposés, et à cet âge indépendants les uns des autres.

» Je n'ai parlé jusqu'ici que de l'apparition des premiers vaisseaux des deux faisceaux primaires du rachis ; mais il naît postérieurement, dans la partie inférieure de ce rachis, un troisième faisceau vasculaire, et assez souvent un quatrième, à une époque que je n'ai pas déterminée, comme je l'ai fait pour les faisceaux latéraux ou secondaires du rachis du *Lepturus subulatus*, etc. Le troisième faisceau du rachis du *Mibora verna* occupe souvent les deux entre-nœuds inférieurs ; alors il finit par en haut dans l'insertion du troisième épillet (à compter d'en bas). Assez fréquemment il n'existe que ces trois faisceaux dans la région inférieure du rachis (sans compter, bien entendu, les faisceaux d'insertion des épillets) ; mais assez souvent aussi on en trouve un quatrième, que je n'ai rencontré que dans l'entre-nœud le plus bas placé, c'est-à-dire entre les deux épillets inférieurs. Ce faisceau m'a paru finir d'ordinaire dans l'insertion du deuxième épillet d'en bas. Ces quatre faisceaux sont prolongés dans toute la longueur du pédoncule. Il y en a deux un peu plus gros, opposés l'un à l'autre, et deux

plus petits, alternes avec les gros. Une seule fois j'ai trouvé un cinquième petit faisceau dans le pédoncule. Quand il n'y a que trois faisceaux dans l'entre-nœud inférieur du rachis, le quatrième faisceau du pédoncule se termine à la base de l'épillet inséré le plus bas. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la résistance des animaux de l'espèce bovine au sang de rate et sur la préservation de ces animaux par les inoculations préventives.* Note de M. A. CHAUVEAU.

« J'ai constaté, comme vient de le faire M. Pasteur (*Comptes rendus*, 27 septembre 1880), l'exactitude des faits antérieurement connus sur la résistance des animaux de l'espèce bovine à l'inoculation de la bactéridie charbonneuse. Après m'être tenu pendant longtemps dans une certaine défiance à l'égard des résultats des inoculations de sang de rate pratiquées sur les sujets du pays de Chartres par l'Association médicale d'Eure-et-Loir, j'ai dû accepter ces résultats comme parfaitement exacts. En effet, j'en ai obtenu d'identiques sur un certain nombre de veaux du Charolais et de la Bresse. Jusqu'à présent même, le hasard a voulu que je n'aie pu réussir à tuer un seul de mes sujets d'expériences par les inoculations charbonneuses. Les bœufs français se sont donc montrés, dans mes expériences, aussi réfractaires à l'infection bactéridienne que les moutons de l'Algérie. J'ajoute qu'il en a été de même des bœufs algériens. Sur dix jeunes mâles inoculés à Alger dans le courant des mois de mars et avril derniers, j'ai obtenu les effets types que j'ai décrits sur le mouton, particulièrement les engorgements ganglionnaires et la fièvre constatée par l'élévation de la température rectale; mais aucun sujet n'a été très sérieusement malade.

» En somme, cette force naturelle de résistance qui, dans l'espèce ovine, se montre, avec ce caractère de généralité, seulement sur nos moutons d'Algérie, paraît être beaucoup plus commune dans les diverses races de l'espèce bovine, tant françaises qu'algériennes.

» En France, les faits expérimentaux s'accordent assez bien avec les faits cliniques. Le mouton, que l'inoculation montre très apte à contracter le charbon, est le grand propagateur de cette maladie infectieuse. Les cas d'infection spontanée sont incomparablement moins fréquents dans l'espèce bovine, relativement au chiffre de la population animale. C'est au mouton qu'il faut imputer le plus grand nombre des cas de pustule maligne chez l'homme. Néanmoins, la fréquence du sang de rate sous

forme épizootique dans l'espèce bovine est encore assez grande pour paraître un peu contradictoire avec la grande résistance des sujets de cette espèce à l'inoculation expérimentale.

» Cette sorte de contradiction semble encore plus manifeste quand on observe ce qui se passe en Algérie. Pendant la mission que j'y ai remplie cette année, j'ai fait, avec le concours de plusieurs vétérinaires, au nombre desquels j'ai à citer plus particulièrement M. Delamotte, du 7e d'artillerie, une enquête sur la distribution des maladies charbonneuses dans nos possessions algériennes. De cette enquête il résulte que le sang de rate est, pour ainsi dire, inconnu sur le mouton dans les provinces de Constantine et d'Alger; mais la maladie se montre parfois sur les sujets de l'espèce ovine du côté d'Oran. Contrairement à ce qu'on observe en France, c'est sur les sujets de l'espèce bovine que les maladies charbonneuses se montrent le plus fréquemment et font le plus de victimes. Dans les tribus arabes, on constate assez communément les tumeurs extérieures qui constituent la maladie appelée *charbon symptomatique*. Les expériences faites à l'École vétérinaire de Lyon, par MM. Arloing et Cornevin, ont démontré que ces tumeurs sont dues à une forme bactérienne très différente de l'agent spécifique du sang de rate. Il faut donc éliminer cette maladie de notre enquête. Mais la vraie maladie bactéridienne, *sang de rate, fièvre charbonneuse*, existe aussi sur le bœuf, avec toute sa gravité, et se rencontre bien plus fréquemment que chez le mouton. On signale, en effet, le sang de rate de l'espèce bovine non seulement dans la province d'Oran, mais encore dans la province d'Alger. Il a fait à plusieurs époques certains ravages aux environs de Blidah; je ne l'y ai pas observé moi-même, mais j'ai vu sur un malade de l'hôpital de Blidah une pustule maligne à laquelle il n'était pas possible d'attribuer une autre provenance. Du reste, la plupart des rares cas de pustule maligne qui se présentent à l'observation des chirurgiens ont cette origine bovine.

» Qu'est-ce qui favorise ainsi les effets de l'infection spontanée dans l'espèce bovine, si résistante à l'infection provoquée? Il faut nécessairement chercher la cause de la différence, soit dans le mode d'introduction du virus, soit dans des conditions qui modifieraient l'activité de l'agent infectieux et le rendraient plus apte à se développer dans l'organisme du bœuf. Les quelques expériences que j'ai faites en suivant cette direction m'autorisent à penser que l'explication ne saurait tarder à se laisser découvrir.

» La résistance du bœuf au sang de rate rendant cet animal aussi apte que le mouton algérien à l'étude des inoculations préventives, je n'ai pas

manqué de me servir aussi des animaux de l'espèce bovine pour démontrer qu'une première inoculation à laquelle survit le sujet exerce une influence inhibitoire marquée sur les effets des inoculations subséquentes. C'est en 1879 (*Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie*, p. 853 à 870), que j'ai signalé cette influence pour la première fois sur le mouton. J'ai démontré alors que les troubles généraux, particulièrement celui qui est seul constant, c'est-à-dire la fièvre constatée par l'élévation de la température rectale, se montrent *à la suite de la première inoculation surtout* (*loc. cit.*, p. 869). Le 5 juillet 1880 (*Comptes rendus*), je signale de nouveau l'action préventive d'une première inoculation dans plusieurs passages d'une Communication qui avait un autre objet et où j'annonce une Communication spéciale sur cette influence préventive. Je citerai un de ces passages, où il est question de trois moutons inoculés une deuxième et une troisième fois et qui ne furent que très légèrement atteints : « Or, ces nouvelles ino-
» culations avaient été faites... avec des quantités notables de virus très
» actif, qui auraient dû même produire des effets plus marqués si ces trois
» sujets ne s'étaient trouvés, *par le fait de la première inoculation* (j'expli-
» querai plus tard pourquoi), dans des conditions favorables à l'immu-
» nité personnelle ». Enfin, le 19 juillet (*Comptes rendus*), je fais la Communication particulière annoncée sur les inoculations préventives étudiées sur les moutons algériens.

» J'aurais pu joindre à cette Communication mon étude des mêmes inoculations préventives étudiées sur l'espèce bovine; mais le fait fondamental de la non-récidive était suffisamment établi par mes expériences sur le mouton et par les faits que M. Pasteur avait observés de son côté en 1878 et qu'il a fait connaître dans la séance du 12 juillet 1880. J'ai donc cru devoir ajourner l'exposition de mes recherches sur le sang de rate du bœuf au moment où j'en aurais fini avec la série de mes Communications sur le mouton, série interrompue par le temps des vacances et que je reprendrai dans la prochaine séance.

» C'est sur huit sujets de l'espèce bovine, quatre algériens et quatre charolais ou bressans, que j'ai étudié l'influence d'une première inoculation charbonneuse sur les inoculations subséquentes. Les faits observés ont été absolument identiques à ceux que j'avais constatés sur le mouton. Voilà donc huit nouveaux faits de non-récidive sur le bœuf à ajouter à ceux que M. Pasteur a fait connaître dans la séance du 27 septembre. Je publierai ailleurs le détail des observations.

» Dans la Note qui relate les faits dont je viens de m'occuper, M. Pasteur

discute de nouveau (*Comptes rendus*, p. 536) l'interprétation qu'il convient de donner de l'immunité acquise ou renforcée par une première inoculation. Quoique mon nom soit mêlé à cette discussion, je ne serais pas intervenu s'il ne m'avait paru que M. Pasteur n'a pas bien compris ma pensée et mes intentions. Je n'ai pas eu la prétention d'édifier une théorie de l'immunité (le moment ne me paraît pas venu encore) et de l'opposer à celle de M. Pasteur. Chemin faisant, j'ai rencontré un fait à l'explication duquel il me paraissait difficile d'appliquer la théorie adoptée par M. Pasteur, et je l'ai dit. Cette difficulté existe encore aujourd'hui. Il s'agissait de l'étude comparative des inoculations pratiquées, les unes avec de très petites quantités d'agents infectieux, les autres avec de grandes quantités, tant sur les moutons algériens pourvus seulement de leur immunité naturelle, que sur ceux dont l'immunité a été renforcée par une ou plusieurs inoculations préventives. J'ai démontré (et je suis en mesure de rendre ma démonstration plus complète) que l'on a bien plus de chances de réussir à produire le sang de rate complet, c'est-à-dire mortel, avec les inoculations qui introduisent d'un seul coup dans l'organisme un grand nombre d'agents infectieux. Comment faire accorder ce fait avec la théorie de l'épuisement? Comment un organisme, duquel une ou plusieurs cultures antérieures auraient fait disparaître la plus grande partie des matières nécessaires à la prolifération des agents infectieux du charbon, se prêterait-il mieux à la pullulation de ces agents avec une semence abondante qu'avec une quantité de semence réduite au minimum? Si la pauvreté du terrain est un obstacle à la culture, cette cause de stérilité ne devra-t-elle pas se manifester avec d'autant plus d'évidence qu'on donnera au terrain plus de germes à faire proliférer? Ce qui se passerait certainement dans un tube à culture ne doit-il pas se manifester également dans l'organisme animal? Voilà mon objection. Je l'ai formulée dans une interprétation théorique du fait que j'avais observé en disant que les inoculations bactéridiennes *comparatives avec peu ou beaucoup de virus* se comportent chez le mouton algérien *comme si* les agents infectieux rencontraient dans l'organisme de l'animal des matières ou agents contre lesquels les premiers auraient à lutter pour vivre et se multiplier, et dont ils triomphent plus facilement quand ils sont en grand nombre. C'est avec le plus grand plaisir que je verrai cette objection écartée de la théorie adoptée par M. Pasteur, théorie basée sur les faits d'une très séduisante expérience, à laquelle je n'ai pas ménagé les témoignages de mon admiration. »

M. le **Secrétaire perpétuel** fait observer que, par une erreur typographique commise au *compte rendu* de la dernière séance, on a évalué à 2500 le nombre des éléments de la pile à chlorure d'argent de M. Warren de la Rue ([1]). C'est à 25000 éléments que s'élève le nombre actuel des éléments de cette pile.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur le photophone de MM.* Graham Bell *et* Sumner Tainter. Note lue par M. **Antoine Breguet**.

« Les appareils photophoniques que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, au nom de M. Graham Bell, servent à transmettre les sons par l'intermédiaire d'un rayon lumineux. Tandis que le téléphone ordinaire nécessite des conducteurs métalliques pour joindre entre elles les deux stations en correspondance, le photophone récepteur est tout à fait indépendant de son transmetteur. Il suffit qu'un faisceau de lumière puisse traverser l'espace d'un poste à l'autre sans rencontrer aucun obstacle opaque.

» Comme j'ai eu l'occasion de le dire déjà dans la dernière séance, M. Bell a mis à profit, pour atteindre ce but, au premier abord si peu accessible, un métalloïde, le sélénium, dont la résistance électrique est plus faible au jour que dans l'obscurité.

» La figure ci-contre montre la disposition que MM. Bell et Tainter ont reconnue être jusqu'ici la plus avantageuse.

» Le tube à l'embouchure duquel on parle est obturé à son extrémité inférieure par une feuille de verre argenté très flexible, faisant l'office de miroir, M, et de moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur ([2]). Sous l'influence de la parole, c'est-à-dire des vibrations correspondantes de l'air du tube, ce miroir mince se bombe ou se creuse, devient convexe ou concave. Il en résulte qu'un rayon de lumière parallèle, provenant d'une source extérieure et dirigé sur le miroir à l'aide d'un héliostat H, s'épanouira ou se concen-

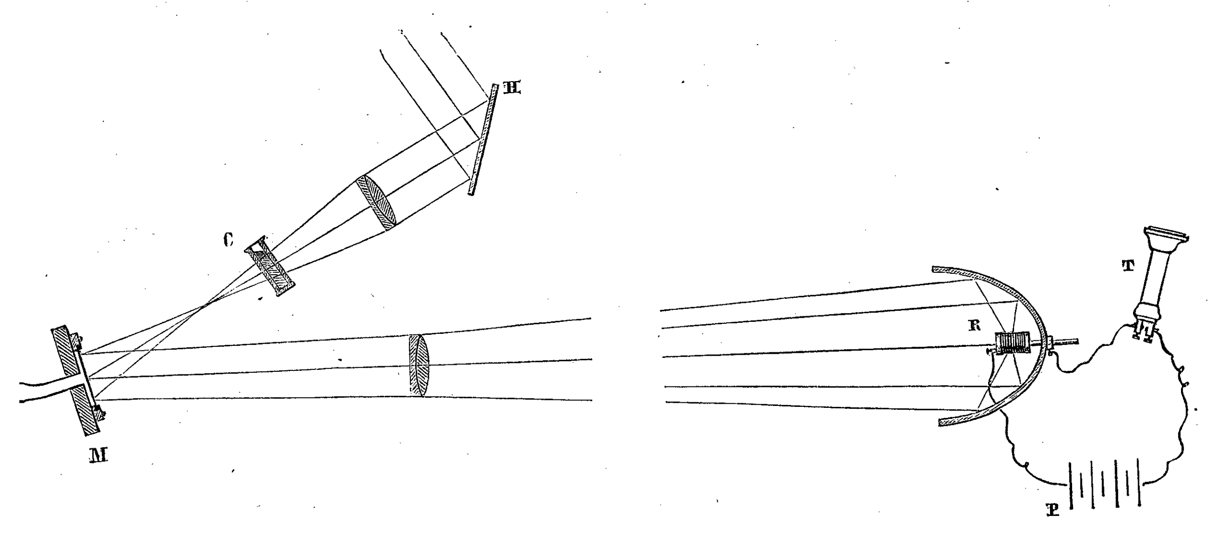
---

([1]) *Comptes rendus*, 11 octobre 1880, p. 595.

([2]) M. Bell s'est servi également de miroirs métalliques, qui sont plus aisés à fabriquer sous des épaisseurs aussi faibles.

trera après sa réflexion (¹). L'intensité lumineuse qu'il projettera à distance, sur une surface donnée, changera à chaque instant. Le récepteur de sélénium R subira donc des variations incessantes dans sa résistance, variations correspondant à celles de la pression de l'air dans le tube transmetteur : ce qui revient à dire que la parole sera transmise dans un téléphone ordinaire T placé dans le circuit qui comprend la pile P et le sélénium.

» M. Bell remarque même que ce genre de transmetteur doit théoriquement être d'autant plus parfait que la distance entre les deux postes en cor-



respondance est plus grande. Cela résulte, en effet, de ce que la divergence et la convergence des rayons s'exagèrent au fur et à mesure que la distance augmente.

» Dans les expériences auxquelles quelques personnes ont pu assister hier dans mes ateliers, nous avions dû avoir recours, en l'absence du soleil, à la lumière électrique, et la disposition donnée au photophone présentait une simplicité singulière. Un régulateur Serrin, actionné par une machine Gramme de petit modèle et muni de son réflecteur parabolique, projetait directement ses rayons sur le miroir transmetteur flexible. Celui-ci les réfléchissait à son tour directement sur le sélénium, à travers une distance de 15ᵐ, longueur maxima de la salle dont nous disposions. La pile, dont le

(¹) Une cuve d'alun C est interposée entre l'héliostat et le miroir récepteur, afin d'empêcher ce dernier d'être détérioré par les rayons calorifiques qui accompagnent toujours les rayons lumineux.

courant local traversait le sélénium et les téléphones, n'était composée que de 6 éléments Leclanché. Bien que la cinquantième partie de la lumière fût peut-être seulement utilisée, l'articulation se produisait dans les téléphones récepteurs d'une façon sinon parfaite, au moins tout à fait démonstrative.

» M. Bell, que personne ne se refusera jamais à croire sur parole, affirme que, lorsqu'il a pu se servir du soleil, la voix était transmise avec autant d'intensité qu'on peut en obtenir à l'aide des microphones les plus perfectionnés, tels que ceux de M. Ader.

» Les expériences faites à Washington ont porté sur une longueur de 213^{m}.

» L'idée de reproduire la parole par l'action d'une lumière variable sur le sélénium est venue depuis longtemps déjà à l'esprit de M. Bell, mais il n'a voulu rien publier à ce sujet jusqu'à ce que le problème fût pratiquement résolu.

» A peu près vers la même époque, M. J.-F. W. (¹), de Kew, M. David Brown (²), de Londres, et M. W.-V. Sargent, de Philadelphie, eurent aussi, chacun de leur côté, des idées analogues; mais M. David Brown paraît être le seul qui ait décrit des méthodes propres à obtenir des résultats de quelque netteté. M. Bell pense cependant avoir été le seul à concevoir l'idée de reproduire le son à de grandes distances au moyen d'un rayon lumineux parallèle, tout en faisant une grande part à son collaborateur, M. Sumner Tainter, en ce qui concerne la réalisation pratique de ses premiers projets. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Pagel** soumet au jugement de l'Académie un « Mémoire sur la règle pour éviter les abordages ».

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. **Mondollot** adresse une Note relative aux résultats des analyses faites par MM. *Boutmy* et *Lutaud* sur les eaux minérales artificielles.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

(¹) Voyez le journal anglais *Nature*, 13 juin 1878.

(²) Un travail inédit de M. D. Brown sur ce sujet fut soumis confidentiellement à M. Bell en octobre 1878.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *R. Clausius*, imprimé en allemand et intitulé : « Sur l'emploi du potentiel électrodynamique pour la détermination des forces pondéromotrices et électromotrices ».

2° Un Ouvrage de M. *L. Buys*, intitulé : « La science de la quantité ».

3° Le troisième Volume des « Recherches thermochimiques » de M. *Thomsen*.

4° Un Mémoire de M. *Gascheau*, intitulé « Étude sur divers cas singuliers du mouvement d'un point matériel ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Thèse publiée à Bahia, par M. le Dr *Agnello Leite*, sur « l'anémie intertropicale » causée par l'anchylostome duodénal.

D'après l'auteur, on guérit cette maladie par l'emploi du suc laiteux de *Gamelleira*, ou figuier sauvage, qui a la propriété, comme le suc de notre figuier comestible et comme celui de *Carica papaya*, de digérer les vers intestinaux.

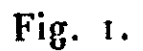
M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse que vient de faire la Science dans la personne de M. le général *Albert J. Myer*, chef du Signal Office de l'armée des États-Unis, décédé à Buffalo (New-York), le 24 août 1880.

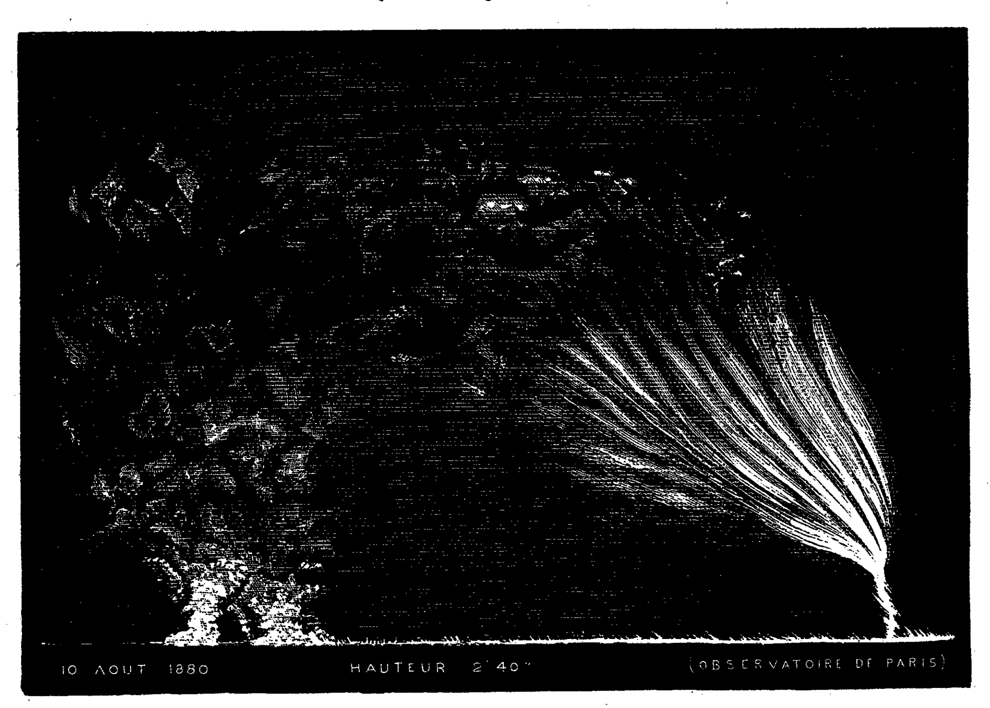
M. **Gruey** se met à la disposition de l'Académie pour l'une des expéditions destinées à l'observation du passage de Vénus en 1882.

(Renvoi à la Commission des passages de Vénus.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Études spectroscopiques faites sur le Soleil, à l'Observatoire de Paris.* Note de M. L. **Thollon**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Au mois de juillet dernier, j'ai repris possession de l'installation que M. l'amiral Mouchez a eu l'obligeance de me réserver à l'Observatoire de Paris. Mes études sur le Soleil y ont été continuées jusqu'au commence-


Fig. 1.



ment d'octobre. Les conditions spéciales dans lesquelles j'opère m'ont fait vivement désirer d'exécuter aussi régulièrement que possible des dessins du contour du Soleil. Ce travail aurait offert un sujet de comparaison d'un grand intérêt, mais il aurait pu m'empêcher de suivre avec une attention suffisante des phénomènes qui me paraissent avoir une plus grande importance. Le Soleil est entré dans une période d'activité dont il faut tirer le meilleur parti possible. Je me suis donc borné à dessiner les protubérances qui, par leurs dimensions, leur éclat, leur structure, ont

plus particulièrement attiré mon attention. Ce sont ces dessins que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» La *fig.* 2 représente dans ses trois phases principales la protubérance décrite dans ma Note du 30 août, et qui en moins de deux heures a pris un développement de plus de 8′. La *fig.* 3 est la reproduction d'un phénomène bien remarquable. Le 19 septembre, à midi, une protubérance très brillante se trouvait sur le bord oriental du disque solaire. En l'observant avec la fente étroite, on voyait dans toutes ses parties la raie C hérissée à droite et à gauche de traits lumineux. En donnant à la fente une largeur de $0^m,001$, elle apparaissait tout entière telle qu'elle est représentée en A. Une colonne de feu rectiligne, extrêmement brillante, ayant environ 5000^{km} de longueur, se montrait, à la partie supérieure, entièrement isolée. Dix minutes après, cette colonne, en s'infléchissant comme on le voit en B, avait rejoint le bord du disque. Quelques instants après, tout avait presque entièrement disparu. La protubérance n° 1 se fait aussi remarquer par l'étrangeté de sa forme. Elle ressemble à un gigantesque feu d'artifice ayant plus de $100\,000^{km}$ de hauteur. Elle est restée visible pendant deux jours. Les autres dessins se rapportent à des types déjà décrits par le P. Secchi.

» De l'ensemble de mes études il résulte que des protubérances ayant 1′ de hauteur s'observent fréquemment avec mon appareil. J'en ai vu plusieurs dépassant 2′ et 3′ et une de 8′. Si l'on considère en outre que tout, dans le Soleil, se montre en projection et que nous ne voyons presque jamais les protubérances dans leurs vraies dimensions, il faut conclure que certaines d'entre elles peuvent atteindre presque aux limites de la couronne. Mais, si l'on constate dans leurs dimensions apparentes des différences énormes, leur éclat relatif présente des différences qui ne sont pas moindres. Tandis que les unes sont plus brillantes que le spectre du disque, d'autres se détachent à peine du fond comme une faible lueur, qui pourtant a des contours nettement définis et atteint généralement de très grandes dimensions. Quand on observe par un temps favorable, on remarque dans les protubérances des détails si nombreux et si variables, qu'une reproduction fidèle par le dessin est tout à fait impossible. La Photographie seule pourrait donner à ces reproductions un caractère vraiment scientifique.

» Réservant pour une prochaine Communication ce qu'il me reste à dire sur mes autres observations, je crois devoir signaler dès aujourd'hui les essais que je viens de faire pour déterminer la position de l'équateur solaire. Dans une Note du 16 août, il a été fait mention de deux couples de raies

Fig. 2.

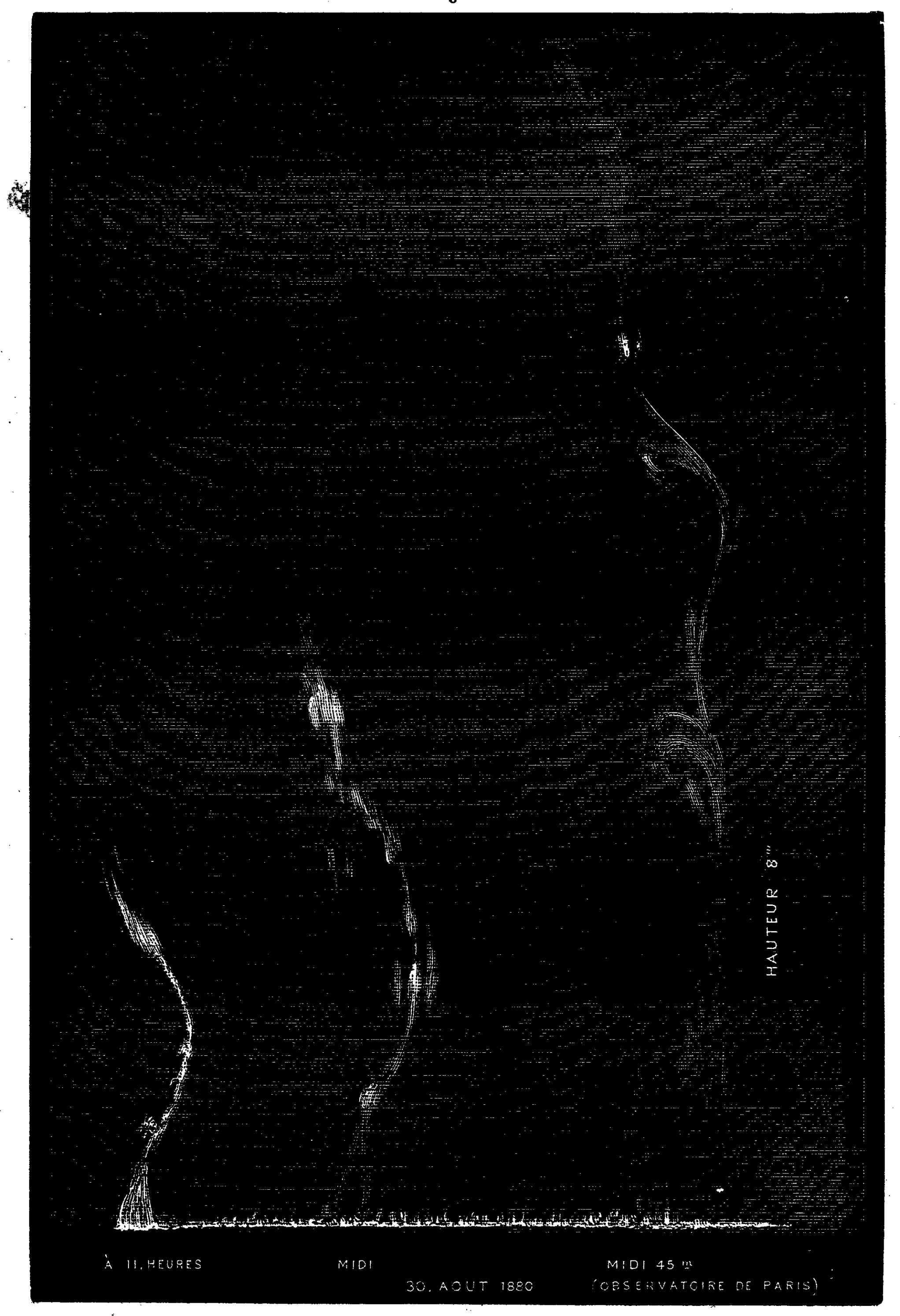

HAUTEUR 8'''
À 11. HEURES
MIDI
MIDI 45 m
30. AOUT 1880
(OBSERVATOIRE DE PARIS)

Fig. 3.

19, SEPTEMBRE 1880 À MIDI

HAUTEUR 30''

19, SEPTEMBRE À MIDI 10

(OBSERVATOIRE DE PARIS)

qui présentent des différences d'écart parfaitement accusées quand on fait varier la position de l'image solaire sur la fente.

» Il faut dire ici que les dessins accompagnant le texte ne sont pas bien réussis et ne peuvent donner une juste idée de la netteté du phénomène.

» Voici comment a été faite l'expérience aux premiers jours d'octobre. Les deux extrémités du diamètre horizontal de l'image solaire étant amenées successivement sur le milieu de la fente, j'ai déterminé le moment de la journée où, en faisant passer l'image d'une position à l'autre, les deux intervalles n'éprouvaient aucune variation. J'ai trouvé de cette manière que l'axe de rotation du Soleil était parallèle à l'horizon à $1^h 45^m$.

» Le miroir dont je me sers se trouvant au sud de l'appareil spectroscopique, je détermine la rotation de l'image solaire en calculant pour $1^h 45^m$ la position du diamètre qui, à midi, était parallèle à l'horizon. Soient x l'angle que fait ce diamètre avec le plan horizontal à l'heure α exprimée en degrés à partir de midi, λ la latitude du lieu et δ la déclinaison; je trouve entre ces quantités la relation

$$\operatorname{tang} x = \frac{(\cos\lambda \pm \sin\delta)\sin\alpha}{(1 \pm \sin\delta\cos\lambda) - \sin\lambda\cos\delta},$$

qui donne, pour le 2 octobre, à Paris, $x = 66°$. De là on conclut, en tenant compte des effets du miroir, de l'objectif servant à projeter, des objectifs de l'appareil, que le diamètre de l'équateur solaire fait avec le diamètre parallèle à l'horizon à midi un angle de 24°. D'après les Tables du P. Secchi, cet angle est de 26°. Une différence de 2° n'a pas lieu de surprendre dans un premier essai, auquel je n'attachais d'autre importance que de mettre à l'épreuve une méthode nouvelle pour déterminer directement la direction de l'équateur solaire. Je me propose de continuer ces études à Nice, en variant mes expériences de toutes manières, ce qui me permettra de contrôler les résultats obtenus. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Principes d'un calcul algébrique qui contient, comme espèces particulières, le calcul des quantités imaginaires et des quaternions* (¹). Note de M. **Lipschitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« J'introduis une série de symboles, qui seront appliqués aux quantités réelles comme facteurs, et je suppose que le signe négatif d'une quantité

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 11 octobre 1880, p. 619.

réelle puisse être attribué au symbole respectif. En y joignant $+1$ et -1, je dénote le nombre 2^n de symboles comme il suit,

$$\pm 1 \pm i_{12} \pm \ldots \pm i_{12\ldots p} \pm \ldots \pm i_{23\ldots q} \pm \ldots,$$

où les indices d'un symbole diffèrent entre eux, et où, par une permutation quelconque des indices, le symbole se change en lui-même ou dans le même symbole pris négativement, selon que la permutation est réductible à un nombre pair ou impair de changements de deux indices. Après avoir multiplié les 2^{n-1} équations du système formulé auparavant par les symboles

$$1,\ i_{12},\ \ldots,\ i_{12\ldots p},\ \ldots,\ i_{23\ldots q},\ \ldots,$$

dont les indices correspondent aux indices des facteurs de x_1, je les ajoute ensemble et j'observe que la constitution des expressions permet de représenter la somme à gauche comme un produit symbolique, dont le facteur premier a la forme

$$1 + i_{12}\lambda_{12} + \ldots + i_{123\ldots p}\lambda_{123\ldots p} + \ldots + i_{23\ldots q}\lambda_{23\ldots q}$$

et le facteur second a la forme

$$x_1 + i_{12}x_2 + \ldots + i_{1n}x_n,$$

où le résultat de la multiplication de deux symboles dépend de l'arrangement des facteurs et s'exprime linéairement à l'aide des symboles introduits par un système de règles déterminées. Pareillement on pourra représenter la somme à droite comme un produit dont le facteur premier a la forme

$$y_1 + i_{12}y_2 + \ldots + i_{1n}y_n$$

et le facteur second la forme

$$1 - i_{12}\lambda_{12} - \ldots - i_{123\ldots p}\lambda_{123\ldots p} + \ldots + i_{23\ldots q}\lambda_{23\ldots q} + \ldots,$$

où les règles de la multiplication des symboles seront déterminées aussi. Le premier système de règles est le suivant :

$$i_{12}i_{12} = -1,\quad i_{1234\ldots p}i_{12} = -i_{34\ldots p},\quad i_{34\ldots p}i_{12} = i_{1234\ldots p},\quad i_{34\ldots q,1}i_{12} = i_{23\ldots q},$$

le second système, celui-ci :

$$i_{12}i_{12} = -1,\quad i_{12}i_{1234\ldots p} = -i_{34\ldots p},\quad i_{12}i_{34\ldots p} = i_{1234\ldots p},\quad i_{12}i_{34\ldots q,1} = i_{23\ldots q}.$$

» Les deux systèmes présentent les mêmes règles pour la multiplication

de deux symboles à deux indices :

$$i_{ab}i_{ab} = -1, \quad i_{ab}i_{bc} = -i_{ac}, \quad i_{ab}i_{cd} = i_{abcd}.$$

» De plus, le premier système indique le résultat de la multiplication d'une série quelconque de symboles à deux indices, pourvu qu'en les associant on marche de gauche à droite; le second système indique le résultat de la multiplication de la même série de symboles, pourvu qu'en les associant on marche de droite à gauche, et les deux résultats coïncident. C'est pourquoi il est permis d'exprimer chaque symbole, par exemple i_{abcdef}, comme le produit des symboles à deux indices, l'ordre des indices restant le même :

$$i_{abcdef} = i_{ab}i_{cd}i_{cf}.$$

» En outre, pour la multiplication de deux symboles quelconques on aura la règle

$$i_{abcdef}i_{a'b'c'd'e'f'} = i_{ab}i_{ca}i_{ef}i_{a'b'}i_{c'd'}i_{e'f'},$$

par laquelle se trouve remplie la *loi associative* de Hamilton.

» Après avoir réduit la multiplication des symboles quelconques à la multiplication des symboles à deux indices, il m'est venu l'idée que l'on peut aller plus loin et représenter chaque symbole à deux indices comme le produit de deux *signes primitifs*. Par là on réussit à exprimer les 2^{n-1} symboles à l'aide de n *signes primitifs* $k_1, k_2, \ldots, k_n$.

» A cet effet, je suppose les équations

$$i_{ab} = k_a k_b, \quad i_{ba} = k_b k_a.$$

Alors se présentent nécessairement les règles

$$k_b k_a = -k_a k_b, \quad k_a k_b k_a k_b = -1, \quad k_a k_b k_b k_c = -k_a k_c;$$

de plus, on a

$$i_{abcd} = k_a k_b k_c k_d, \ \ldots$$

» Maintenant la multiplication des symboles s'exécute par la multiplication des signes primitifs, et pour celle-là il y a seulement ces deux règles, que la transposition de deux signes primitifs voisins différents entraîne l'apposition du facteur -1, et que deux signes primitifs voisins égaux doivent être chassés et remplacés par le facteur -1.

» Les signes primitifs forment une série continuelle qui passe de $n = 2$ à une valeur de n quelconque. Pour $n = 2$, le symbole i est scindé en deux, et l'on a les quatre unités

$$+1, \quad -1, \quad i = k_1 k_2, \quad -i = k_2 k_1.$$

Pour $n = 3$, on a les huit unités du calcul des quaternions :

$$+1, \quad i = k_1 k_2, \quad j = k_2 k_3, \quad k = k_3 k_1,$$
$$-1, \quad -i = k_2 k_1, \quad -j = k_3 k_2, \quad -k = k_1 k_2.$$

Pour $n = 4$, il y a les seize unités

$$+1, \quad i_{12} = k_1 k_2, \quad \ldots, \quad i_{1234} = k_1 k_2 k_3 k_4,$$
$$-1, \quad -i_{12} = k_2 k_3, \quad \ldots. \quad -i_{1234} = k_2 k_1 k_3 k_4,$$

» Passons à notre équation pour le cas général et posons

$$L = 1 + k_1 k_2 \lambda_{12} + \ldots + k_1 k_2 \ldots k_p \lambda_{12\ldots p} + \ldots + k_2 k_3 \ldots k_q \lambda_{23\ldots q} + \ldots,$$
$$X = x_1 + k_1 k_2 x_2 + \ldots + k_1 k_n x_n,$$
$$L_1 = 1 - k_1 k_2 \lambda_{12} - \ldots - k_1 k_2 \ldots k_p \lambda_{12\ldots p} + \ldots + k_2 k_3 \ldots k_q \lambda_{23\ldots q} + \ldots,$$
$$Y = y_1 + k_1 k_2 y_2 + \ldots + k_1 k_n y_n.$$

Partant, nous avons l'équation

$$LX = YL_1.$$

» Maintenant la composition de deux transformations de la somme $x_1^2 + \ldots + x_n^2$ en elle-même peut être représentée par une multiplication. Soient données $\frac{n(n-1)}{2}$ quantités réelles μ_{ab}, à l'aide desquelles on formera une transformation de la somme $y_1^2 + \ldots + y_n^2$ dans la somme $z_1^2 + \ldots + z_n^2$. Supposons que par la substitution de μ à λ, de y à x, de z à y, on ait M pour L, M_1 pour L_1, Y pour X, Z pour Y; il vient l'équation

$$MY = ZM_1.$$

» Après avoir multiplié l'équation précédente par le facteur M, en conséquence de la loi associative, on tire de l'équation en question

$$MLX = ZM_1 L_1.$$

» Dans notre système, à une expression L correspond l'expression conjuguée

$$L' = 1 + k_2 k_1 \lambda_{12} + \ldots + k_p \ldots k_2 k_1 \lambda_{12\ldots p} + \ldots + k_q \ldots k_3 k_2 \lambda_{23\ldots q} + \ldots,$$

où l'ordre des signes primitifs est l'inverse. Alors le produit LL′ devient égal au déterminant $\Delta\lambda$, qui est une somme de 2^{n-1} carrés. En dénotant

par M' l'expression conjuguée à l'expression M, au produit LM est conjugué le produit M'L', et le produit LMM'L' a la valeur réelle $\Delta\lambda\Delta\mu$.

» Si je ne me suis pas trompé, l'introduction des signes primitifs contribue à éclaircir la théorie des quantités imaginaires et des quaternions, parce qu'elle est tirée de l'algèbre des quantités réelles sans aucun tâtonnement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations algébriques* [1]. Note de M. E. **West**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Les coefficients de l'équation résolvante (6) sont des fonctions transcendantes des coefficients de l'équation proposée; mais, si, au lieu de prendre pour inconnue auxiliaire la quantité a, on prend une fonction de cette quantité choisie convenablement, on peut faire que les relations des coefficients de l'équation proposée et de la résolvante soient algébriques.

» Pour cela, en portant les diverses valeurs de l'expression (9) de la racine X dans l'équation (5), ou, ce qui revient au même, dans les expressions des puissances semblables, telles que

$$(10) \qquad P_n = X_1^n + X_2^n + \ldots + X_m^n,$$

la somme P_n étant donnée en fonction des coefficients de l'équation (1) par les formules de Newton, on aura à former la puissance $n^{\text{ième}}$ de polynômes tels que

$$e^{a_1\rho} + e^{a_2\rho} + \ldots + e^{a_{m-1}\rho}.$$

» Ici il faut avoir recours aux notations de Wronski; j'adopterai, comme lui, la notation des factorielles, c'est-à-dire que je ferai généralement

$$(11) \qquad \mu^{\nu|\varpi} = \mu(\mu+\varpi)(\mu+2\varpi)\ldots[\mu+(\nu-1)\varpi],$$

ce qui donne, pour le produit des p premiers nombres,

$$(11)' \qquad 1^{p|1} = 1.2.3\ldots p.$$

Quant à l'expression de la puissance $n^{\text{ième}}$ du polynôme $a+b+\ldots+d$, en remarquant que l'un des termes du développement est de la forme

$$\frac{1^{n|1}}{1^{p|1}.1^{q|1}\ldots 1^{s|1}}(a^p b^q \ldots d^s),$$

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 11 octobre, p. 598.

pourvu que la somme des exposants p, q, ..., s soit égale à n, il suffira, pour exprimer la puissance du polynôme, d'écrire qu'elle est égale à la somme ou à l'*agrégat* de tous les termes analogues au précédent, avec la condition relative aux exposants, c'est-à-dire que l'on aura

$$(12)\qquad (a+b+\ldots+d)^n = 1^{n|1}.\mathrm{Agr}\left(\frac{a^p b^q \ldots d^s}{1^{p|1}.1^{q|1}\ldots 1^{s|1}}\right),$$

avec

$$(13)\qquad p+q+\ldots+s=n.$$

Wronski faisait un aussi fréquent usage des agrégats que des déterminants.

» En appliquant cette notation aux valeurs des racines X, il vient

$$(14)\qquad X^n = 1^{n|1}.\mathrm{Agr}\left[\frac{(e^{a_1\rho})^p(e^{a_2\rho})^q\ldots(e^{a_{m-1}\rho})^s}{1^{p|1}.1^{q|1}\ldots 1^{s|1}}\right],$$

avec la condition (13). Or le numérateur entre accolades est

$$e^{\rho(pa_1+qa_2+\ldots+sa_{m-1})};$$

d'après la théorie des sinus des ordres supérieurs, on a

$$(15)\qquad e^{\rho z} = \mathfrak{f}_0 z + \rho\,\mathfrak{f}_1 z + \rho^2\,\mathfrak{f}_2 z + \ldots + \rho^{m-1}\,\mathfrak{f}_{m-1} z,$$

et, si l'on pose

$$z = pa_1 + qa_2 + \ldots + sa_{m-1},$$

on aura dans l'agrégat une somme comprenant le cosinus et les $m-1$ sinus. Mais, en faisant la somme de X_1^n, X_2^n, ..., on formera la somme d'autant d'agrégats pareils, dans lesquels ρ prendra successivement les valeurs ρ_1, ρ_2, ..., ρ_{m-1}; par suite, les sommes de tous les termes affectés de ces coefficients seront nulles, d'après les propriétés des racines de l'unité, et il ne restera que m fois le cosinus. Ainsi

$$(16)\qquad P_n = m.1^{n|1}\,\mathrm{Agr}\,\frac{\mathfrak{f}_0(pa_1+qa_2+\ldots+sa_{m-1})}{1^{p|1}.1^{q|1}\ldots 1^{s|1}},$$

avec

$$(16)'\qquad p+q+\ldots+s=n.$$

Telle est la forme des relations transcendantes qui relient les coefficients des équations (1) et (6); l'agrégat étant une fonction symétrique des racines de (6), il est exprimable par les coefficients de cette équation.

» Il faut remarquer, en passant, que j'ai donné implicitement l'expression

du cosinus d'une somme d'arguments en fonction des cosinus et sinus de ces arguments; on en déduirait facilement l'expression d'un sinus d'une somme d'arguments.

» Maintenant, si l'on développe l'expression (9) de la racine X par la formule (15), en posant

$$(17) \qquad \mathfrak{f}_\nu a_1 + \mathfrak{f}_\nu a_2 + \ldots + \mathfrak{f}_\nu a_{m-1} = \Xi_\nu,$$

cette racine prendra la forme

$$(18) \qquad X = \Xi_0 + \rho \Xi_1 + \rho^2 \Xi_2 + \ldots + \rho^{m-1} \Xi_{m-1}.$$

On voit, d'après cette expression, que l'on pourrait former une nouvelle résolvante du degré $m-1$, dont les racines seraient les quantités $\Xi_1, \Xi_2, \ldots$: Ξ_0 étant connu par la relation (16), dans le cas de $n=1$.

» Or le cosinus $\mathfrak{f}_0$, de l'agrégat (16), développé par rapport aux puissances de $\mathfrak{f}_0 a_1$, $\mathfrak{f}_0 a_2$, ..., $\mathfrak{f}_1 a_1$, $\mathfrak{f}_1 a_2$, ..., $\mathfrak{f}_{m-1} a_1$, $\mathfrak{f}_{m-1} a_2$, ..., donne un développement fini où les sinus seuls entrent sous une forme symétrique; il en résulte que ce développement est exprimable au moyen de fonctions symétriques des quantités $\Xi_1, \Xi_2, \ldots$; par suite, les relations entre les coefficients de l'équation proposée et ceux de la nouvelle résolvante sont des relations algébriques finies.

» On pourrait même voir s'il est possible d'exprimer ces derniers par des fonctions rationnelles des coefficients de l'équation proposée.

» Je ne fais que signaler cette méthode, dont je ne puis exposer ici les calculs; mon but était d'arriver à l'expression (18), qui est semblable à la forme attribuée par Lagrange aux racines des équations algébriques. Je suis conduit, pour cette raison, à examiner la méthode de ce géomètre. »

ACOUSTIQUE. — *Formes vibratoires des pellicules circulaires de liquide saposaccharique.* Deuxième Note de M. C. Decharme. (Extrait par l'auteur.)

« Dans la Note précédente (séance du 11 octobre dernier), il n'a été question que du *nombre* des nodales; la partie nouvelle, la plus délicate de ces recherches, concerne la *position* relative de ces nodales pour chaque système.

» Je crois utile d'indiquer d'abord le mode de formation et d'évolution des nodales. Lorsqu'on fait décroître, d'une manière à peu près continue, la longueur de tige vibrante, par exemple à partir du troisième système, on s'aperçoit que les nodales perdent de plus en plus de leur netteté, et qu'en

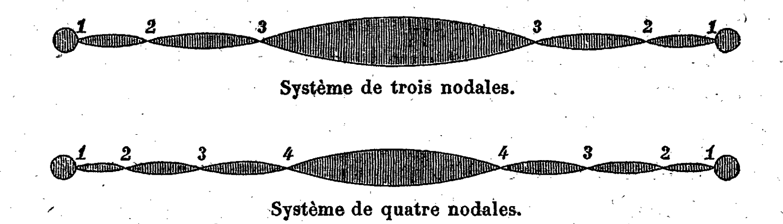
même temps il naît, au centre de la pellicule, une quatrième nodale dont le diamètre va en augmentant jusqu'à une certaine limite, pour laquelle le quatrième système est nettement dessiné; puis une cinquième nodale sort du centre, pour atteindre un nouveau maximum, plus petit que le précédent, et ainsi de suite : de sorte que les nodales primitives se resserrent pour faire place aux nouvelles et que le nombre de ces lignes va en croissant d'une manière, pour ainsi dire, continue, à mesure que la longueur de tige vibrante décroît de la même manière.

» Portons maintenant notre attention sur la position des nodales dans les divers systèmes. Il est facile de voir que la zone la plus rapprochée du cadre est toujours plus étroite que les autres et que la zone centrale a, au contraire, un rayon plus grand que les internodales. Le premier fait s'explique par l'adhérence de la pellicule à son support, force qui tend à amortir le mouvement; le second tient à la grande amplitude des oscillations des points de la pellicule les plus voisins de l'excitateur, action qui tend à propager plus loin le mouvement vibratoire. Quant aux intervalles entre deux nodales consécutives, ils paraissent d'autant plus près d'être égaux entre eux que le nombre des nodales est plus grand. Ainsi, sans les deux actions particulières dont il vient d'être question, l'égalité des internœuds se produirait dans chaque système. Ce phénomène est analogue à celui que montrent les cordes dans l'expérience de Melde, ainsi qu'à celui qu'on observe sur les bulles glycériques.

» La mesure des rayons, ou plutôt des diamètres des nodales centrales, et celle des largeurs des zones consécutives ont été prises directement au compas, sur la pellicule même, et évaluées à une fraction de millimètre près. Le Mémoire complet présente le Tableau des résultats ainsi obtenus et donne en même temps les rayons des nodales de transition entre deux systèmes consécutifs. En prenant les différences entre ces rayons, on constate le fait précédemment énoncé, que, pour un même système, ces intervalles augmentent en allant de la circonférence vers le centre, et qu'ils tendent vers l'égalité à mesure que le nombre des nodales devient plus grand; il n'y a exception que pour le premier et le dernier, d'après ce qui a été dit précédemment. La figure ci-jointe (sections diamétrales, échelle $\frac{1}{2}$) permet de se rendre compte de ce double fait.

» La majeure partie des nombres consignés dans les Tableaux ont été obtenus expérimentalement, les autres au moyen d'un tracé graphique dont la réduction figure dans le Mémoire. Les résultats de cette construction et ceux de l'expérience sont en parfaite concordance.

» Enfin, en prenant pour unité le rayon r_1 de la pellicule, on obtient des rapports qui, en vertu des relations précédemment établies, ont tous les caractères de généralité que l'on peut exiger.



Système de trois nodales.

Système de quatre nodales.

» Voici ces résultats, pour les principaux systèmes de nodales :

Rapports des rayons des nodales à celui de la pellicule r_1 pris pour unité.

NOMBRE de nodales N.	r_2.	r_3.	r_4.	r_5.	r_6.	r_7.	r_8.	r_9.
2....	0,6859	»	»	»	»	»	»	»
3....	0,7929	0,4635	»	»	»	»	»	»
4....	0,8411	0,5941	0,3459	»	»	»	»	»
5....	0,8753	0,6776	0,4788	0,2776	»	»	»	»
6....	0,8950	0,7306	0,5647	0,3988	0,2318	»	»	»
7....	0,9106	0,7694	0,6282	0,4859	0,3435	0,2011	»	»
8....	0,9223	0,7988	0,6741	0,5494	0,4247	0,3000	0,1741	»
9....	0,9317	0,8212	0,7106	0,6000	0,4894	0,3776	0,2656	0,1541

» Le procédé que j'ai employé pour mettre en évidence les formes vibratoires des pellicules, sans être d'une grande précision relativement aux mesures, est néanmoins si délicat, par suite de l'extrême sensibilité de ces lames minces, qu'il permet de constater les effets dus à la variation d'épaisseur d'une pellicule pendant la durée d'une expérience de deux ou trois minutes, et même d'évaluer numériquement cette diminution d'épaisseur.

» Lorsque l'on compare les formes vibratoires des surfaces liquides circulaires, de nature quelconque, à celles des pellicules savonneuses, on trouve des lois identiques pour les deux phénomènes. L'expérience montre seulement que la largeur des zones est environ six fois plus petite sur les liquides que sur les pellicules. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence du cérium dans le terrain houiller du bassin de Saint-Étienne*. Note de M. MAYENÇON, présentée par M. Boussingault. (Extrait.)

« Dans le cours de recherches sur les produits minéralogiques formés dans les mines incendiées des environs de Saint-Étienne, recherches que j'ai communiquées à l'Académie (¹), j'ai observé des réactions indiquant la présence du cérium.

» Ainsi, en électrolysant certaines solutions, particulièrement celles qui contiennent des fluorures, j'ai obtenu sur le fil négatif de platine un dépôt métallique brun. Ce dépôt s'oxyde promptement et devient blanc jaunâtre. En plongeant le fil dans de l'eau froide, l'oxydation se fait lentement, sans qu'on voie se dégager aucune bulle d'hydrogène; en le plongeant dans de l'eau au-dessus de 90°, il se produit une effervescence rapide d'hydrogène. J'ai conclu de cette dernière expérience que j'étais en présence d'un métal de la deuxième section, très probablement le cérium.

» J'ai été assez heureux pour découvrir ce même corps en place, dans les déblais de puits de mines, notamment au puits Devilaine, à Montrembert, et plus abondamment au nouveau puits Ferouillat, près de la Béraudière. Il se trouve surtout dans certains rognons lithoïdes de fer carbonaté; quelques-uns de ces rognons présentent au centre un noyau d'aspect particulier, noir à cassure conchoïde, ou gris. Ces noyaux rayent le verre, mais n'étincellent pas au briquet. C'est là surtout que se trouve le cérium. Les corps avec lesquels il est combiné ne me sont pas encore assez connus, mais la présence du carbonate de cérium ne me paraît pas douteuse.

» Je décris, dans mon Mémoire, la méthode que j'ai adoptée pour séparer le cérium des corps qui l'accompagnent, et parmi lesquels se rencontrent vraisemblablement le didyme et le lanthane. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Reptile très perfectionné, trouvé dans le terrain permien*. Note de M. A. GAUDRY, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« M. Roche, directeur des usines d'Igornay, auquel on doit déjà plusieurs découvertes de curieux fossiles, vient de trouver dans le permien un nouveau genre de Reptile. Il en a fait don au Muséum de Paris. La

(¹) *Comptes rendus*, 18 février 1878.

bête d'Igornay est le plus parfait des animaux qui aient encore été rencontrés dans les terrains primaires de la France; je propose de l'appeler *Stereorachis dominans*.

» Dans le *Stereorachis*, les vertèbres présentent un contraste frappant avec celles des Reptiles des mêmes gisements. Tandis que, chez l'*Actinodon* et l'*Euchyrosaurus*, les centrums sont composés d'une partie médiane ou hypocentrum et de deux pleurocentrums non soudés, chez le *Stereorachis* les centrums sont en un seul morceau qui adhère à l'arc neural; la colonne vertébrale a donc acquis beaucoup plus de solidité : c'est ce qui m'a fait imaginer le nom de *Stereorachis* ([1]). Il faut toutefois noter que les centrums des vertèbres étaient encore extrêmement creux; leurs faces antérieure et postérieure étaient tellement concaves, qu'elles formaient deux cônes unis bout à bout; je ne voudrais même pas assurer qu'il n'y avait pas une perforation établissant la continuité de la notocorde : c'est un état analogue à celui de beaucoup de Poissons.

» Le nouveau genre trouvé par M. Roche présentait une autre marque de supériorité sur les Reptiles qui vivaient avec lui. Son humérus avait dans la partie distale un canal neuro-artériel. Déjà, dans l'*Euchyrosaurus*, j'avais signalé des rudiments d'arcade indiquant une tendance à la formation de ce canal; dans le *Stereorachis*, cette formation a été achevée. Lorsqu'on voit que, outre le canal neuro-artériel, l'humérus avait son épitrochlée et son épicondyle élargis comme chez les animaux dans lesquels les muscles supinateurs et pronateurs ou les muscles extenseurs et fléchisseurs ont un grand développement, on est porté à penser que le vieux quadrupède d'Igornay avait des bras plus perfectionnés que ceux des Reptiles actuels.

» Le *Stereorachis* devait être un animal carnassier d'assez grande taille : une de ses mandibules, bien qu'un peu brisée, mesure $0^m,18$. Les mâchoires inférieure et supérieure sont armées de dents coniques, profondément enfoncées dans les alvéoles; leur coupe est à peu près ronde; elles sont lisses en dehors, à structure rayonnée dans l'intérieur; celles qui sont en avant sont plus fortes que les autres; une dent inférieure a une couronne haute de $0^m,032$; une dent supérieure, dont la pointe est malheureusement cassée, devait avoir au moins $0^m,040$. Il y a un entosternum qui rappelle les Labyrinthodontes; il est très large dans son premier tiers et rétréci en arrière; il a $0^m,150$ de longueur. A côté se trouve une grande

---

([1]) Στερεός, solide; ῥάχις, colonne vertébrale. J'ai supprimé un *h* dans *Stereorachis*, parce qu'on a l'habitude d'écrire *rachis* et non *rhachis*.

plaque osseuse à peu près quadrilatère, longue de $0^m,140$ sur $0^m,050$ de large; je suppose qu'elle est l'homologue du coracoïde et de l'omoplate. Il y a aussi un os courbe que je crois l'homologue du grand os des Poissons regardé par M. Kitchen Parker comme une clavicule (épisternum des Reptiles ganocéphales). Je dois signaler encore de longues côtes arquées, formées de deux pièces unies bout à bout, un gros coprolite, des os de la tête à surface rugueuse et des écailles dures, brillantes, très fines, longues, aciculées, comme dans l'*Archegosaurus* et l'*Actinodon*.

» A certains égards, le *Stereorachis* marque des affinités avec les Ganocéphales et avec les Labyrinthodontes. A d'autres égards, il montre des tendances vers certains genres du permien de Russie et du trias de l'Afrique australe, sur lesquels M. Richard Owen a fait d'admirables recherches et pour lesquels il a proposé le nom de *Thériodontes*. Peut-être se rapproche-t-il encore davantage des animaux de l'Amérique du Nord, tels qu'*Empedocles, Clepsydrops, Dimetrodon*, rangés par M. Cope dans son groupe des Pélycosauriens; mais jusqu'à présent je ne connais pas de genre avec lequel on puisse l'identifier. C'est une chose curieuse de trouver des Reptiles si nombreux et si variés dans les terrains primaires, qui pendant longtemps ont paru aux paléontologistes en être presque dépourvus. La découverte dans le permien d'un Reptile perfectionné comme le *Stereorachis* ou comme ceux que M. Cope a dernièrement signalés en Amérique en fait présager d'autres; ces animaux sont assez loin de l'état initial des Reptiles pour faire supposer qu'avant eux il y a eu de longues générations d'ancêtres et qu'un jour sans doute on rencontrera leurs restes jusque dans le dévonien. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'existence d'un Reptile du type Ophidien dans les couches à* Ostrea columba *des Charentes*. Note de M. **H.-E. Sauvage**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Le type Ophidien, dont le maximum de développement est à l'époque actuelle, semblait apparaître à la base des terrains tertiaires par les *Paleophis* et les *Paleryx* découverts par Owen dans l'argile de Londres. Les Serpents fossiles n'étaient, du reste, connus que par quelques rares espèces trouvées à Sheppey, dans les phosphorites du Quercy et dans le terrain miocène de Sansan.

» Gervais avait figuré, mais sans lui imposer de nom, une vertèbre d'Ophidien provenant des grès qui, à l'île d'Aix, sont au-dessus des argiles lignitifères crétacées. Depuis, M. Trémaux de Rochebrune a recueilli dans

l'étage carentonien, sables à *Ostrea columba* de la forêt de Basseau, dans la Charente, des vertèbres qui permettent d'affirmer la présence du type Serpent dès l'époque cénomanienne.

» Ces vertèbres, appartenant à la région moyenne du corps, ont $0^m,013$ de haut, $0^m,014$ de longueur et indiquent un animal d'environ 3^m. La longueur égale la largeur prise au niveau de la zygapophyse costale, de telle sorte que la vertèbre est forte et trapue. Le condyle articulaire est supporté par un col très court; la cavité d'articulation est circulaire, ainsi qu'on le remarque chez les Boédoniens. Le canal neural est étroit comme chez les Crotaliens, et sa coupe est triangulaire. La face antérieure est large, la diapophyse et le zygosphène faisant peu de saillie. Comme chez les Typhlopiens, la parapophyse est réduite à un tubercule peu marqué, qui, par une ligne saillante, va rejoindre la diapophyse; la zygapophyse est inclinée de haut en bas, d'avant en arrière et de dehors en dedans. Les Boas et les Pythons ont le tubercule d'insertion de la côte placé très près du bord antérieur du centrum; il en est de même chez le Serpent de la craie; en examinant en dessus la vertèbre, le tubercule costal apparaît immédiatement en dehors et un peu en arrière de la diapophyse, rappelant ce que l'on voit chez l'Achrocorde. Le processus de la neurépine se réunit à la diapophyse par une ligne peu excavée. La neurapophyse est robuste, la neurépine est large, assez élevée, aplatie à son bord supérieur, qui devait donner insertion à un puissant ligament; cette neurépine occupe la plus grande longueur du centrum, comme chez les Crotaliens. La face inférieure du centrum est aplatie, ce qui rappelle la vertèbre des Amphisbœniens; on constate également l'absence de tout tubercule hypapophysal, comme chez les Typhlopiens, qui, on le sait, sont le passage des Ophidiens aux Sauriens.

» Le Serpent de la craie, le plus ancien, jusqu'à présent, des Ophidiens connus, présente des analogies trop multiples pour qu'il soit possible de le rapporter à l'une plutôt qu'à l'autre des grandes divisions que l'on admet pour les Serpents actuels; il indique dès l'époque cénomanienne l'existence d'un genre tout particulier, que nous proposons de nommer *Simoliophis*, donnant à l'espèce la dénomination de *S. Rochebruni*, du nom du zélé naturaliste à qui est due la découverte de ce type intéressant. »

M. E. Delaurier adresse une Note relative à sa « machine frigo-calorifique ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 OCTOBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'atténuation du virus du choléra des poules;* par M. L. PASTEUR.

« Des divers résultats que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie sur l'affection vulgairement appelée *choléra des poules*, je prends la liberté de rappeler les suivants :

» 1° Le choléra des poules est une maladie virulente au premier chef.

» 2° Le virus est constitué par un parasite microscopique qu'on multiplie aisément par la culture, en dehors du corps des animaux que le mal peut frapper. De là la possibilité d'obtenir le virus à l'état de pureté parfaite et la démonstration irréfutable qu'il est seul agent de maladie et de mort.

» 3° Le virus offre des virulences variables. Tantôt la maladie est suivie de la mort; tantôt, après avoir provoqué des symptômes morbides d'une intensité variable, elle est suivie de guérison.

» 4° Les différences que l'on constate dans la puissance du virus ne sont pas seulement le résultat d'observations empruntées à des faits naturels : l'expérimentateur peut les provoquer à son gré.

» 5° Comme cela arrive, en général, pour toutes les maladies virulentes, le choléra des poules ne récidive pas, ou plutôt la récidive se montre à des degrés qui sont en sens inverse de l'intensité plus ou moins grande des premières atteintes de l'affection, et il est toujours possible de pousser la préservation assez loin pour que l'inoculation du virus le plus virulent ne produise plus du tout d'effet.

» 6° Sans vouloir rien affirmer présentement sur les rapports des virus varioleux et vaccinal humains, il est sensible par les faits précédents que, dans le choléra des poules, il existe des états du virus qui, relativement au virus le plus virulent, font l'office du vaccin humain relativement au virus varioleux. Le virus vaccin proprement dit donne une maladie bénigne, la vaccine, qui préserve d'une maladie plus grave, la variole. Pareillement, le virus du choléra des poules présente des états de virulence atténuée qui donnent la maladie et non la mort, et dans de telles conditions que, après guérison, l'animal peut braver l'inoculation d'un virus très virulent. La différence est grande cependant, à certains égards, entre les deux ordres de faits, et il n'est pas inutile de remarquer que, sous le rapport des connaissances et des principes, l'avantage est du côté des études sur le choléra des poules : tandis qu'on discute encore sur les relations de la variole et de la vaccine, nous avons la certitude que le virus atténué du choléra dérive du virus très virulent propre à cette maladie, qu'on passe directement du premier de ces virus au second, en un mot, que leur nature fondamentale est la même.

» Le moment est venu de m'expliquer sur l'assertion capitale qui fait le fond de la plupart des propositions précédentes, à savoir qu'il existe des états variables de virulence dans le choléra des poules : étrange résultat assurément, quand on songe que le virus de cette affection est un organisme microscopique qu'on peut manier à l'état de pureté parfaite, comme on manie la levûre de bière ou le mycoderme du vinaigre. Et pourtant, si l'on considère de sang-froid cette donnée mystérieuse de la virulence variable, on ne tarde pas à reconnaître qu'elle est probablement commune aux diverses espèces de ce groupe des maladies virulentes. Où donc est l'unicité dans l'un ou l'autre des fléaux qui composent ce groupe? Pour ne citer qu'un exemple, ne voit-on pas des épidémies de variole très graves à côté d'autres presque bénignes, sans que les différences puissent être attribuées à des conditions extérieures, de climat ou de constitution des individus atteints? Ne voit-on pas également les grandes contagions s'éteindre peu à peu pour reparaître plus tard et s'éteindre de nouveau?

» La notion de l'existence d'intensités variables d'un même virus n'est donc pas faite, à la rigueur, pour surprendre le médecin ou l'homme du monde, quoiqu'il y ait un immense intérêt à ce qu'elle soit scientifiquement établie. Dans le cas particulier qui nous occupe, le mystère apparaît surtout dans cette circonstance que, le virus étant un parasite microscopique, les variations dans sa virulence sont à la merci de l'observateur. C'est ce que je dois établir avec rigueur.

» Prenons pour point de départ le virus du choléra dans un état très virulent, le plus virulent possible, si l'on peut ainsi dire. Antérieurement, j'ai fait connaître un curieux moyen de l'obtenir avec cette propriété. Il consiste à aller recueillir le virus dans une poule qui vient de mourir, non de la maladie aiguë, mais de la maladie chronique. J'ai fait observer que le choléra se présente quelquefois sous cette dernière forme. Les cas en sont rares, quoiqu'il ne soit pas très difficile d'en rencontrer des exemples. Dans ces conditions, la poule, après avoir été très malade, maigrit de plus en plus et résiste à la mort pendant des semaines et des mois. Lorsqu'elle périt, ce qui a lieu peu de temps après que le parasite, localisé jusque-là dans certains organes, a passé dans le sang et s'y cultive, on observe que, quelle qu'ait été la virulence originelle du virus au moment de l'inoculation, celui qu'on extrait du sang de l'animal qui a mis un si long temps à mourir est d'une virulence considérable, qui tue ordinairement dix fois sur dix, vingt fois sur vingt.

» Cela posé, faisons des cultures successives de ce virus, à l'état de pureté, dans du bouillon de muscles de poule, en prenant chaque fois la semence d'une culture dans la culture précédente, et essayons la virulence de ces cultures diverses. L'observation démontre que cette virulence ne change pas d'une manière sensible. En d'autres termes, si nous convenons que deux virulences sont identiques lorsque, en opérant dans les mêmes conditions sur un même nombre d'animaux de même espèce, la proportion de la mortalité est la même dans le même temps, nous constaterons que pour nos cultures successives la virulence est la même (¹).

(¹) L'égalité dans la virulence, étant ainsi définie, ne doit pas être considérée comme une donnée absolue, parce qu'elle se trouve fonction du nombre des animaux inoculés. Que la mortalité soit la même dans deux séries de dix animaux, notre convention nous invite à dire que la virulence est la même pour les deux virus inoculés; une différence aurait pu s'accuser si l'on eût opéré, non sur deux séries de dix animaux, mais sur deux séries de cent. Que deux virus, inoculés chacun séparément à cent poules, fournissent des mortalités de soixante sujets dans un cas et de cent dans l'autre : l'épreuve, reprise sur dix, et dix

» Dans ce que je viens de dire, j'ai passé sous silence la durée de l'intervalle d'une culture à la culture voisine, ou, si l'on veut, la durée de l'intervalle d'un ensemencement à l'ensemencement suivant, et son influence possible sur les virulences successives. Portons notre attention sur ce point, quelque minime que paraisse son importance. Pour un intervalle d'un à huit jours, les virulences successives n'ont pas changé. Pour un intervalle de quinze jours, même résultat. Pour un intervalle d'un mois, de six semaines, de deux mois, on n'observe pas davantage de changement dans les virulences. Toutefois, à mesure que l'intervalle grandit, on croit saisir parfois, à certains signes de peu de valeur apparente, comme un affaiblissement du virus inoculé. Par exemple, la rapidité de la mort, sinon la proportion dans la mortalité, subit des retards. Dans les diverses séries inoculées, on voit des poules qui languissent, très malades, souvent très boîteuses, parce que le parasite, dans sa propagation à travers les muscles, a atteint ceux de la cuisse ; les péricardites traînent en longueur ; des abcès apparaissent autour des yeux ; enfin le virus a perdu, pour ainsi dire, de son caractère foudroyant. Allons donc encore au delà des intervalles précités, avant la reprise et le renouvellement des cultures. Portons leurs durées à trois, à quatre, à cinq, à huit mois et plus, avant d'étudier la virulence des développements du nouvel être microscopique. Cette fois, la scène change du tout au tout. Les différences dans les virulences successives, qui jusque-là ne s'accusaient pas ou qui s'accusaient d'une manière douteuse, vont se traduire maintenant par des effets considérables.

» Avec de tels intervalles dans les ensemencements, il arrive que, à la reprise des cultures, au lieu de virulences identiques, c'est-à-dire de mortalité de dix poules sur dix poules inoculées, on tombe sur des mortalités descendantes de neuf, huit, sept, six, cinq, quatre, trois, deux, une sur dix, et quelquefois même la mortalité est absente, c'est-à-dire que la maladie se manifeste sur tous les sujets inoculés et que tous guérissent. En d'autres termes, dans un simple changement du mode de culture du parasite, dans le seul fait d'éloigner les époques des ensemencements, nous avons une

---

poules seulement, pourra conduire, même dans plusieurs expériences successives, à l'égalité des virulences, si l'on s'en tient à notre convention sur la manière d'évaluer cette égalité. Or, nous voyons qu'en réalité elles différeraient dans les rapports de 60 à 100.

Toutefois, il faut adopter une convention, parce que, dans ce genre d'études, on est forcément limité par la convenance de ne pas pousser trop loin le nombre des victimes et de ne pas exagérer outre mesure la dépense toujours très grande de ces expériences.

méthode pour obtenir des virulences progressivement décroissantes, et finalement un vrai virus vaccinal, qui ne tue pas, donne la maladie bénigne et préserve de la maladie mortelle.

» Il ne faudrait pas croire que pour toutes ces atténuations les choses se passent avec une fixité et une régularité mathématiques. Telle culture qui attend depuis cinq ou six mois son renouvellement peut montrer une virulence toujours considérable, tandis que d'autres de même origine seront déjà très atténuées après trois ou quatre mois d'attente. Nous aurons bientôt l'explication de ces anomalies, qui ne sont qu'apparentes. Souvent même il y a comme un saut brusque d'une virulence encore fort grande à la mort du parasite microscopique et pour un intervalle de peu de durée : en passant d'une culture à la suivante, on est surpris par l'impossibilité de tout développement; le parasite est mort. La mort du parasite est d'ailleurs une circonstance habituelle et constante toutes les fois qu'avant la reprise des cultures on laisse s'écouler un temps suffisant.

» Et maintenant, l'Académie connaît le véritable motif du silence dans lequel je me suis renfermé et pourquoi j'ai réclamé la liberté d'un délai avant de l'informer de ma méthode d'atténuation. Le temps était un élément de ma recherche.

» Au cours des phénomènes, que devient donc l'organisme microscopique? Change-t-il de forme, d'aspect, en changeant de virulence d'une manière aussi profonde? Je n'oserais pas affirmer qu'il n'existe pas certaines correspondances morphologiques entre le parasite et les virulences diverses qu'il accuse, mais je dois avouer qu'il m'a été jusqu'ici impossible de les saisir et que, si elles se montrent réellement, elles disparaissent, pour l'œil armé du microscope, devant la petitesse si grande du virus. Les cultures sont pareilles pour toutes les virulences. Si l'on croit parfois apercevoir de faibles changements, ils semblent bientôt n'être qu'accidentels, car ils s'effacent ou se produisent en sens inverse dans des cultures nouvelles.

» Ce qui est digne de remarque, c'est que, si l'on prend chaque variété de virulence comme point de départ de nouvelles cultures successives faites à intervalles rapprochés, la variété de virulence se conserve avec son intensité propre. S'agit-il, par exemple, d'un virus atténué qui ne tue plus qu'une fois sur dix, il garde cette virulence dans ses cultures si les intervalles des ensemencements ne sont pas exagérés. Chose également intéressante, quoiqu'elle soit dans le sens général des observations précédentes,

un intervalle d'ensemencement qui suffit pour faire périr un virus atténué respecte un virus plus virulent qui peut bien en être atténué de nouveau, mais qui n'en meurt pas nécessairement.

» Au point où nous sommes arrivés, une importante question se présente, celle de la cause de la diminution de la virulence.

» Les cultures du parasite se font nécessairement au contact de l'air, parce que notre virus est un être aérobie et qu'à l'abri de l'air son développement n'est pas possible. Il est donc naturel de se demander tout d'abord si ce ne serait pas dans le contact de l'oxygène de l'air que réside l'influence affaiblissante de la propriété de virulence. Ne se pourrait-il pas que le petit organisme qui constitue le virus, restant abandonné en présence de l'oxygène de l'air pur, dans le milieu de culture où il vient de se multiplier, subisse quelques modifications qui se montreraient permanentes quand on soustrairait l'organisme à l'influence modificatrice? On peut, il est vrai, se demander en outre si quelque principe de l'air atmosphérique, autre que l'oxygène, principe chimique ou fluide, n'interviendrait pas dans l'accomplissement du phénomène, dont l'incomparable étrangeté autorise toutes les suppositions.

» Il est aisé de comprendre que la solution de ce problème, au cas où elle relèverait de notre première hypothèse, celle d'une influence de l'oxygène de l'air, est assez facilement accessible à l'expérience : si l'oxygène de l'air, en effet, est l'agent modificateur de la virulence, nous pourrons vraisemblablement en avoir la preuve par les effets de la suppression de sa présence.

» A cette fin, pratiquons nos cultures de la manière suivante. Une quantité convenable de bouillon de poule étant ensemencée par notre virus très virulent, remplissons-en des tubes de verre aux deux tiers, aux trois quarts, etc., de leur volume; puis fermons ces tubes à la lampe d'émailleur. A la faveur de la petite quantité d'air restée dans le tube, le développement du virus va commencer, circonstance qui se traduit pour l'œil par un trouble croissant du liquide; le progrès de la culture fait peu à peu disparaître tout l'oxygène contenu dans le tube. Alors le trouble tombe, le virus se dépose sur les parois et le liquide de culture s'éclaircit. Il faut deux ou trois jours pour que cet effet se produise. Le petit organisme est désormais à l'abri du contact de l'oxygène et il restera dans cet état aussi longtemps que le tube ne sera pas ouvert (¹). Que va-t-il advenir cette fois de sa viru-

(¹) Avec le temps l'aspect des tubes fermés change beaucoup, en ce sens qu'après leur

lence ? Pour plus de sûreté dans notre étude, nous aurons préparé un grand nombre de tubes pareils, et simultanément un nombre égal de flacons de la même culture, mais librement exposés au contact de l'air pur. Nous avons dit ce qu'il advient de ces cultures exposées au contact de l'air; nous savons qu'elles éprouvent une atténuation progressive de leur virulence : nous n'y reviendrons pas. Parlons seulement des cultures en tubes fermés, à l'abri de l'air. Ouvrons-les, l'un, après un intervalle d'un mois, et après avoir fait une culture par ensemencement d'une portion de son contenu essayons-en la virulence, l'autre après un intervalle de deux mois, et ainsi de suite pour un troisième, un quatrième, etc., tube, après des intervalles de trois, de quatre, de cinq, de six, de sept, de huit, de neuf, de dix mois. C'est là que je me suis arrêté pour le moment. Il est remarquable, l'expérience le prouve, que les virulences sont toujours semblables à celle du début, à celle du virus qui a servi à préparer les tubes fermés. Quant aux cultures exposées à l'air, on les trouve mortes ou en possession des plus faibles virulences.

» La question qui nous occupe est donc résolue : c'est l'oxygène de l'air qui affaiblit et éteint la virulence [1].

» Vraisemblablement, il y a ici plus qu'un fait isolé : nous devons être en possession d'un principe. On doit espérer qu'une action inhérente à

---

agitation ils deviennent presque limpides. Les granulations dans lesquelles se résolvent les premiers articles du développement initial prennent une réfringence pareille à celle de l'eau et ne troublent le liquide que d'une manière insensible. Sont-ce de véritables germes qu'on puisse comparer, par exemple, aux corpuscules germes de la bactéridie charbonneuse? Je ne le crois pas. Il n'est pas probable que notre parasite donne lieu à de véritables germes. S'il était suivi de germes, on comprendrait difficilement que, soit au contact de l'air, soit en tubes fermés, il perdît à la longue toute vitalité, toute faculté de reproduction. En outre, lorsqu'il y a germes véritables, ceux-ci supportent une température plus élevée que l'organisme en voie de développement, sous sa forme d'articles. Rien de pareil n'a lieu pour le microbe du choléra des poules. Les vieilles cultures conservées au contact de l'air (je n'ai pas éprouvé encore les autres) périssent même à des températures inférieures à celles qui atteignent les cultures récentes. C'est un caractère habituel du groupe des microcoques.

(1) Puisque, à l'abri de l'air, l'atténuation n'a pas lieu, on conçoit que, si dans une culture au libre contact de l'air (pur) il se fait un dépôt du parasite en quelque épaisseur, les couches profondes soient à l'abri de l'air, tandis que les superficielles se trouvent dans de tout autres conditions. Cette seule circonstance, jointe à l'intensité de la virulence, quelle que soit, pour ainsi dire, la quantité du virus employé, permet de comprendre que l'atténuation d'un vase ne doit pas nécessairement varier proportionnellement au temps d'exposition à l'air.

l'oxygène atmosphérique, force naturelle partout présente, se montrera efficace sur les autres virus. C'est, dans tous les cas, une circonstance digne d'intérêt que la grande généralité possible de cette méthode d'atténuation de la virulence, qui emprunte sa vertu à une influence d'ordre cosmique, en quelque sorte (¹). Ne peut-on pas présumer dès aujourd'hui que c'est à cette influence qu'il faut attribuer, dans le présent comme dans le passé, la limitation des grandes épidémies?

» Les faits que je viens d'avoir l'honneur de communiquer à l'Académie suggèrent des inductions nombreuses, prochaines ou éloignées. Sur les unes et les autres, je suis tenu à une grande réserve. Je ne me croirai autorisé à les présenter au public que si je parviens à les faire passer à l'état de vérités démontrées. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale de l'action exercée sur l'agent infectieux, par l'organisme des moutons plus ou moins réfractaires au sang de rate; ce qu'il advient des microbes spécifiques, introduits directement dans le torrent circulatoire par transfusions massives de sang charbonneux.* Note de M. A. CHAUVEAU.

« Que devient la bactéridie charbonneuse chez les sujets qui résistent à son influence destructive? Quelles modifications subit cet agent dans ses caractères zoologiques et physiologiques, dans ses propriétés infectantes? En un mot, quelle est l'action de l'organisme doué de l'immunité sur le microbe spécifique du sang de rate? Deux sortes d'expériences ont été consacrées à l'étude de ces questions. Dans les unes, on a agi sur des animaux dont la résistance naturelle, renforcée par un certain nombre d'inoculations préventives, avait été ainsi élevée à un point plus ou moins rapproché du maximum, et l'on a injecté dans les veines une notable quantité de sang charbonneux frais, riche en bâtonnets. On a réalisé de cette manière des

(¹) J'ai passé sous silence, dans cette Note, une question ardue dont l'étude m'a pris un temps considérable. Je m'étais persuadé (à vrai dire, je ne sais pourquoi) que tous les faits d'atténuation que j'observais s'expliqueraient, d'une manière plus conforme aux lois naturelles, dans l'hypothèse de mélanges en proportions variables et déterminées de deux virus, l'un très virulent, l'autre très atténué, que par l'existence d'un virus à virulence progressivement variable. Après m'être pour ainsi dire acharné à la recherche d'une démonstration expérimentale de cette hypothèse de deux seuls virus, j'ai fini par acquérir la conviction que telle n'était pas la vérité.

conditions de lutte entre un organisme ultra-réfractaire et un nombre prodigieux d'agents infectants. Dans les autres expériences, on a pris, au contraire, des animaux qui n'avaient subi aucune préparation, et l'on a cherché à les infecter, avec un très petit nombre d'agents charbonneux, par les procédés ordinaires de l'inoculation sous-épidermique ou sous-dermique. C'est aux premières expériences que cette Note est consacrée.

» Les *transfusions de sang charbonneux* dont j'ai pu étudier les effets dans ces expériences ont été faites avec des quantités de sang qui ont varié entre 15^{cc} et 70^{cc}. Le sang était recueilli avant la mort, ou peu de temps après, et injecté à l'état naturel. Dans une expérience, cependant, il avait été défibriné avant l'injection. Le nombre des bâtonnets introduits ainsi dans le sang des sujets d'expérience est prodigieux. D'après les estimations les plus modérées, il dépassait généralement 200 milliards (200000000000); une fois il a égalé 500 milliards (500000000000); la plus faible quantité a été de 12 milliards (12000000000).

» Huit sujets ont été consacrés à ces expériences de transfusion. Tous avaient déjà été inoculés plusieurs fois par les procédés habituels. Sur trois d'entre eux, en sus des inoculations à la peau, on avait fait une première injection intravasculaire avec une petite quantité (1^{cc}) de sang charbonneux riche en agents infectieux. Ces inoculations préalables étaient faites depuis plusieurs semaines ou même plusieurs mois sur cinq des sujets, dont la résistance naturelle au sang de rate avait pu être ainsi sensiblement renforcée. Sur les trois autres sujets, elles ne dataient que de quelques jours et n'avaient pu avoir grande efficacité.

» *Effets immédiats de la transfusion.* — A peine le sang charbonneux est-il introduit dans la veine jugulaire que le sujet est pris d'une grande angoisse respiratoire : tête étendue; lèvres entr'ouvertes, écumantes; muqueuse buccale un peu cyanosée; expiration plaintive; mouvements du flanc précipités; le pouls est également très accéléré; stupeur; évacuations alvines répétées, devenant diarrhéiques. Naturellement ces phénomènes sont d'autant plus marqués qu'on a injecté une plus grande quantité de sang infectieux.

» *Recherche des bâtonnets dans le sang.* — Un quart d'heure après la transfusion, on peut trouver des bâtonnets dans le sang tiré d'un vaisseau de l'oreille, mais ils y sont rares. Dans tous les cas, sans exception, j'en ai vu le nombre inférieur de beaucoup à celui que j'aurais dû trouver si ces agents infectieux s'étaient mêlés régulièrement à la masse du sang. De deux

à six heures après l'injection, il n'est plus possible d'en rencontrer, même quand ils ont été introduits en nombre prodigieux.

» *Effets consécutifs.* — Un des sujets a pris le sang de rate type. La mort est survenue en un peu moins de seize heures, c'est-à-dire avec une rapidité tout à fait exceptionnelle. L'autopsie a fait voir dans la rate et le sang de tous les vaisseaux des quantités vraiment incroyables de bâtonnets charbonneux. C'était un des sujets sur lesquels les inoculations préventives n'avaient pas eu le temps d'exercer une influence sensible et celui de tous qui avait reçu la plus grande quantité de sang charbonneux (70^{cc}), mais non pas le plus d'agents infectants.

» Un deuxième sujet, préparé à la résistance par cinq inoculations antérieures et qui avait reçu 65^{cc} de sang charbonneux, contenant l'énorme quantité de cinq cent milliards de bâtonnets, mourut encore plus rapidement, car il ne survécut guère que douze heures. Mais il ne succomba pas aux suites d'une infection charbonneuse vraie : les bâtonnets introduits dans le sang *n'y ont pas proliféré*. Ils se sont arrêtés et fixés dans les réseaux capillaires, particulièrement ceux du poumon et de la rate, où on les retrouva à l'autopsie, en nombre paraissant bien petit, par comparaison avec celui qui existe dans les sujets morts de la vraie fièvre splénique. Sur cet animal, le sang ne montrait déjà plus de bâtonnets *deux heures seulement après l'injection;* il devait cependant en rester, car, après la mort, en faisant des recherches répétées dans les caillots du cœur, on finit par en trouver quelques-uns, qui étaient gros et pâles. Ces bâtonnets, de même que ceux de la rate et du poumon, avaient conservé leurs propriétés infectieuses : le fait fut démontré par des inoculations d'essai.

» Sur quatre autres sujets, les bâtonnets introduits dans le sang se sont comportés de la même manière, mais avec une variante, qui rend l'observation de ces animaux particulièrement intéressante. Ceux-ci, après avoir survécu de quarante-six à cent heures, sont morts avec les symptômes d'une méningite causée par *la prolifération toute locale des bactéridies fixées dans le réseau de la pie-mère*. L'autopsie, sur deux de ces sujets, dont la survie n'avait été que de quarante-six et quatre-vingt-deux heures, permit de retrouver, mais avec la plus grande peine et après des examens multipliés, de rares baguettes dans quelques organes parenchymateux, poumon, foie ou rate. Impossible d'en rencontrer la moindre trace dans ces mêmes organes sur les deux autres sujets, dont la survie avait été plus longue. Ce n'est donc que dans la pie-mère que les bactéridies ont trouvé les conditions propres

à leur développement. L'autopsie, pratiquée immédiatement après la mort, montre ces bactéridies accumulées en grand nombre dans les vaisseaux et les gaînes périvasculaires. Elles se présentent là avec des caractères particuliers fort remarquables : longues, infléchies, même contournées, elles semblent être en voie de se transformer en mycélium; on en trouve qui contiennent de véritables spores. L'inflammation que déterminent ces bactéridies se traduit par de larges ecchymoses étalées, pouvant couvrir entièrement la surface de l'encéphale et se prolonger, par la toile choroïdienne, sur les parois ventriculaires. On ne trouve de pus nulle part. Ces bactéridies de la pie-mère ont une grande activité infectieuse; elles font mourir rapidement les sujets d'essai auxquels on les inocule. Les inoculations faites comparativement avec le sang des autres régions du corps ont toutes échoué sans exception.

» Enfin, les deux derniers sujets se sont rétablis complètement et fournirent plus tard une excellente viande de boucherie, qui fut consommée à l'École vétérinaire.

» En résumé, voici ce qui arrive aux bactéridies charbonneuses introduites par transfusion du sang dans l'organisme des sujets réfractaires au sang de rate, quand la résistance de cet organisme est considérable et renforcée encore par de bonnes inoculations préventives:

» 1° Les bâtonnets introduits dans l'appareil circulatoire ne tardent pas à disparaître du sang; quelques heures après la transfusion, il n'est plus possible d'en trouver. Après la mort, la recherche des bactéridies dans le sang est également infructueuse. Cependant, dans le cas de mort rapide, les caillots du cœur peuvent en contenir quelques-unes douées de leur activité infectieuse.

» 2° Si les bâtonnets disparaissent du sang, ce n'est pas parce qu'ils s'y détruisent; ils sont arrêtés d'abord dans le réseau capillaire des poumons, puis dans celui de quelques autres organes parenchymateux, où ils sont entraînés par le torrent de la circulation générale. On retrouve très facilement ces microbes dans le poumon et la rate, quand l'empoisonnement déterminé par la transfusion du sang charbonneux est rapidement mortel; comme ceux des caillots du cœur, ils jouissent encore alors de leur vitalité et peuvent être inoculés avec succès.

» 3° Quand l'animal survit plus de trois jours à cet empoisonnement, les bactéridies disparaissent alors du poumon et de la rate comme elles ont disparu du sang, et les sujets d'expérience peuvent recouvrer la santé.

» 4° Ainsi, non seulement il ne se fait aucune prolifération bactéridienne

dans les milieux d'élection, la pulpe splénique, le sang; mais les bactéridies introduites par milliards dans ces milieux ne tardent pas à y être détruites, après avoir passé probablement par une série de phases d'activité infectieuse graduellement décroissante.

» 5° L'inaptitude de l'organisme à l'entretien de la vie bactéridienne n'est cependant pas complète; une région au moins fait exception : c'est la surface de l'encéphale. Les bactéridies entraînées et accumulées dans le réseau de la pie-mère peuvent y vivre et s'y développer, en produisant une inflammation mortelle. Mais le développement s'opère avec des caractères tout particuliers, élongation et inflexion des bâtonnets, apparition de spores : caractères qui tendent à se rapprocher de ceux de la prolifération bactéridienne dans les cultures artificielles, ou, *après la mort*, sous certaines conditions de température et de milieu, dans les organes et le sang des sujets qui succombent au vrai sang de rate. Ce sont des caractères qui ne s'observent jamais *pendant la vie* sur ces derniers animaux; la multiplication des bactéridies se fait toujours alors par scission en courts bâtonnets.

» 6° L'activité infectieuse de ces bactéridies de la pie-mère est considérable et contraste avec la stérilité du sang des autres parties du corps. Nonobstant, d'après ce qui précède, on ne peut pas considérer comme absolument parfaite cette singulière réceptivité locale conservée dans un organisme doué de l'immunité générale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires.* Mémoire de M. **Appell**, présenté par M. Bouquet. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux et Bouquet.)

« L'analogie entre les équations différentielles linéaires et les équations algébriques a été signalée depuis longtemps. Cependant il y a une partie des plus importantes de la théorie des équations algébriques qui n'a pas encore son analogue dans la théorie des équations différentielles linéaires, à savoir la partie dans laquelle on s'occupe des fonctions symétriques des racines d'une équation et de la transformation des équations. C'est l'étude des propriétés analogues des équations différentielles linéaires qui fait l'objet du présent Mémoire.

» J'ai eu d'abord à m'occuper de chercher quelles sont les fonctions des intégrales d'une équation différentielle linéaire qui sont analogues aux fonctions symétriques des racines d'une équation algébrique. Soient y_1, $y_2, \ldots, y_n$ les éléments d'un système fondamental d'intégrales d'une équation différentielle linéaire d'ordre n; les fonctions en question sont des fonctions algébriques entières de $y_1, y_2, \ldots, y_n$ et de leurs dérivées, qui se reproduisent multipliées par un facteur constant différent de zéro quand on remplace $y_1, y_2, \ldots, y_n$ par les éléments d'un autre système fondamental, c'est-à-dire quand on fait une substitution linéaire de la forme

$$y_i = C_{i1} z_1 + C_{i2} z_2 + \ldots + C_{in} z_n \quad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

L'étude de ces fonctions et la recherche de leur expression la plus générale forment l'objet d'un premier Chapitre.

» Dans le deuxième Chapitre, je démontre le théorème fondamental analogue au théorème sur les fonctions symétriques des racines d'une équation algébrique, et j'applique ce théorème à quelques exemples. Le troisième Chapitre contient les applications du théorème fondamental à la théorie de la transformation des équations différentielles linéaires.

» Enfin, dans un quatrième et dernier Chapitre, je m'occupe plus spécialement des équations différentielles linéaires entre les intégrales desquelles il existe une relation algébrique à coefficients constants, et j'indique le moyen de reconnaître sur l'équation différentielle l'existence d'une pareille relation. Puis j'applique cette théorie à l'équation différentielle linéaire du second ordre, et je ramène à des quadratures abéliennes l'intégration de toute équation différentielle linéaire du second ordre entre les intégrales de laquelle il existe une relation algébrique à coefficients constants.

» J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans la séance du 21 juin 1880, le théorème qui est la base de toute cette théorie. »

M. V. Fatio adresse une Note relative à l'emploi de l'acide sulfureux, pour la désinfection des objets qui peuvent contribuer à la propagation du Phylloxera. L'auteur traite également de l'application de ce même agent à la désinfection des collections d'Histoire naturelle, etc.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Pomposi, M. J. Bougette adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. Delaurier adresse une nouvelle Note contenant la théorie et la description de sa « machine frigo-calorifique ».

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

M. E. Delaurier adresse une Note relative aux propriétés thermo-électriques du sélénium.

(Renvoi à l'examen de M. Edm. Becquerel.)

M. P. Dupuy adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note concernant l'utilité que présenterait un établissement spécial pour les études aérostatiques, créé par l'Etat.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie la souscription ouverte pour l'érection d'un monument à la mémoire de *Spallanzani* dans sa ville natale. Tous les savants qui s'intéressent aux progrès de la Physiologie expérimentale voudront concourir à une manifestation tardive, mais bien méritée, en faveur du créateur de cette branche de la Science, en si grand honneur aujourd'hui.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° L'allocution prononcée par M. *Edm. Hébert* à l'ouverture du Congrès international de Géologie.

2° Un Volume de M. *Alf. Durand-Claye*, portant pour titre : « Le matériel et les procédés des industries agricoles et forestières à l'Exposition universelle de 1878 ». (Rapports du Jury international, groupe VI, classe 51.)

3° Le n° 13 des « Annales de l'Agriculture », publiées en Italie par le Ministère de l'Agriculture, et portant pour titre « La pellagra in Italia ».

Ce Volume, adressé à l'Académie par M. *Miraglia*, Directeur de l'Agriculture, est tout entier consacré à la pellagre; il fait connaître l'état actuel de la maladie en Italie, les causes qu'on lui attribue et les moyens qui ont été proposés pour en empêcher la propagation.

M. Dumas présente également à l'Académie un nouveau Volume de la Col-

lection publiée par l'Académie, à la suite des expéditions scientifiques envoyées en 1874 pour l'observation du passage de Vénus. Ce Volume a pour titre « Mission de l'île Saint-Paul; recherches géologiques faites à Aden, à la Réunion, aux îles Saint-Paul et Amsterdam, aux Seychelles, par M. *Ch. Vélain* ».

M. le **Directeur général des Douanes** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, le « Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1879 ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la classe des équations différentielles linéaires de divers ordres, à coefficients rationnels, dont la solution dépend de la quadrature d'un produit algébrique qui ne contient d'autre irrationnalité que la racine carrée d'un polynôme entier et rationnel.* Note de M. G. **Dillner**.

« Comme un complément de ma Note, insérée dans les *Comptes rendus* du 11 octobre, le cas compris sous le titre ci-dessus sera de quelque intérêt.

» Soit $P(x)$ un polynôme entier et rationnel de x du degré m, et posons le produit algébrique B sous la forme

$$(1)\qquad B=(x-b_1)^{\beta_1}\dots(x-b_\nu)^{\beta_\nu}=\sqrt{P(x)}(x-b_{m+1})^{\beta_{m+1}}\dots(x-b_\nu)^{\beta_\nu},$$

où les exposants $\beta_{m+1},\dots,\beta_\nu$ sont des nombres entiers positifs ou négatifs; alors, la condition nécessaire et suffisante pour que l'équation (7) de ma Note soit satisfaite sera que les systèmes d'équations suivants soient vérifiés identiquement, à savoir :

» 1° Pour n pair,

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned}&\left(\frac{C}{B}\right)^{n}\varphi_0+\left(\frac{C}{B}\right)^{n-2}\varphi_2+\dots+\varphi_n=0,\\&\left(\frac{C}{B}\right)^{n-2}\varphi_1+\left(\frac{C}{B}\right)^{n-4}\varphi_3+\dots+\varphi_{n-1}=0;\end{aligned}\right.$$

» 2° Pour n impair,

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned}&\left(\frac{C}{B}\right)^{n-1}\varphi_0+\left(\frac{C}{B}\right)^{n-3}\varphi_2+\dots+\varphi_{n-1}=0,\\&\left(\frac{C}{B}\right)^{n-1}\varphi_1+\left(\frac{C}{B}\right)^{n-3}\varphi_3+\dots+\varphi_n=0.\end{aligned}\right.$$

» Ainsi, il y aura dans l'un et l'autre cas n coefficients $p_1, \ldots, p_n$ à déterminer par deux équations, et, par suite, au moyen des diverses solutions rationnelles qu'on en pourra conclure, on formera des équations différentielles linéaires correspondantes.

» Remarquons que, pour une équation du troisième ordre, le système (3) prend la forme

$$\left(\frac{C}{B}\right)^2 \varphi_0 + \varphi_2 = 0,$$

$$\left(\frac{C}{B}\right)^2 \varphi_1 + \varphi_3 = 0;$$

donc, puisque $C_1 = +C$ et $C_2 = -C$, il n'y aura que deux solutions particulières.

» Un raisonnement analogue s'appliquera à tout cas où l'indice de racine du polynôme $P(x)$, dans la formule (1), est un nombre inférieur à l'ordre de l'équation différentielle proposée. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photographie de la nébuleuse d'Orion*; par M. H. DRAPER. Extrait d'une Lettre adressée à M. A. Cornu.

New-York, 1er octobre 1880.

« .... Je désire annoncer à l'Académie que j'ai réussi, la nuit dernière, à faire la photographie de la partie brillante de la nébuleuse d'Orion. La durée d'exposition a été de cinquante minutes. Les photographies montrent très distinctement l'apparence pommelée (*mottled*) de la région près du Trapèze et peuvent servir à mettre en évidence tout changement futur de cette partie de la nébuleuse. J'ai l'intention d'envoyer prochainement à l'Académie une photographie agrandie, avec la description de l'expérience. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Application du sélénium à la construction d'un régulateur photo-électrique de la chaleur pour la cuisson des vitraux peints.* Note de M. P. GERMAIN. (Extrait.)

« Les résultats qui ont été obtenus sur le sélénium, au point de vue des influences différentes qu'exercent sur la résistance électrique de ce corps les différents rayons, froids ou chauds, du spectre, m'ont conduit à en faire une application dans la cuisson des vitraux.



» Soit un moufle de four ordinaire à vitraux. Il doit être muni, à une petite distance du milieu, d'un verre en forme de disque plan; ce verre doit être à base d'alumine et présenter le degré le plus élevé de fusibilité. En raison de sa proximité du milieu du moufle, les buées qui flottent parfois à l'intérieur ne peuvent s'y venir condenser, puisqu'il est constamment à une température élevée. J'ai constaté que, si le moufle a bien été desséché avant d'être fermé, cet inconvénient est bien moins à craindre.

» A la plus grande distance possible du moufle, dans le prolongement de l'axe de la lunette ordinairement employée, on dispose une chambre noire, fermée par un réflecteur parabolique dont le foyer est sur l'axe de la lunette. A ce foyer est fixée une sphère de sélénium, enfermée entre deux calottes sphériques de laiton. La tranche visible de sélénium est ainsi une zone placée dans l'axe de la lunette et, en partie, au foyer du réflecteur.

» Une des calottes de laiton est reliée par un gros fil de maillechort à une pile thermo-électrique. J'ai choisi le maillechort, plus mauvais conducteur que le cuivre, parce qu'il subit moins, dans sa résistance électrique, les influences de la température.

» La pile thermo-électrique se compose de 30 éléments, en gros fil de cuivre et en spirales de fonte émaillée. C'est une des rares formes qui conviennent à des sources puissantes de chaleur et qui apportent un appoint de force électromotrice par la forme différente des deux conducteurs, différents doublement en pouvoir de conduction calorifique. L'émail déposé sur la fonte préserve celle-ci des variations très grandes qu'elle éprouverait dans ses pouvoirs conducteurs pour la chaleur et pour l'électricité, si elle venait à s'oxyder.

» Cette pile reçoit la chaleur du moufle lui-même. Elle est, par les autres pôles d'éléments, reliée à la paroi d'un vase poreux, bouché et plein d'eau. Du côté du vase poreux, elle reste à une température sensiblement constante, car plus la chaleur du local s'élève, plus l'évaporation de l'eau devient active, et conséquemment plus il se produit d'abaissement de température dans la masse de l'eau restante.

» Le courant thermo-électrique développé par la différence des températures aux deux pôles progresse proportionnellement, en potentiel, à l'élévation croissante de la température du moufle. L'aiguille d'un galvanomètre à mouvement d'horlogerie indique la marche croissante ou décroissante du feu. Sur le circuit électrique, constamment fermé, est placé un condensateur de $\frac{1}{4}$ de microfarad, se chargeant progressivement jusque environ à moitié cuisson et se déchargeant par un jeu d'excitation mû par le mouvement

isochrone. Cette disposition secondaire a pour but de permettre à l'aiguille galvanométrique de suivre l'aiguille du temps, même quand celle-ci passe du deuxième au troisième quadrant du disque horaire.

» La résistance intérieure de la pile thermo-électrique est négligeable et constante. Seule, la résistance du sélénium pourra diminuer et produire le signal voulu en temps opportun.

» Tant que la partie du moufle embrassée par la lunette reste obscure, le sélénium ne change effectivement pas de résistance; le courant développé par la pile et emmagasiné par le condensateur, ayant beaucoup de peine à circuler, ne se manifeste qu'avec une faible progression, utilisée pour la distribution du combustible dans le foyer. Mais, quand on est près d'atteindre le degré voulu de la cuisson, les vitraux étant assez ramollis pour recevoir dans leurs pores les divers émaux fondus, on ne doit plus laisser monter la chaleur, sous peine de voir se produire des affaissements et des gondolements : ce moment correspond à la teinte lumineuse rouge cerise, qui influence assez l'état moléculaire du sélénium pour que sa résistance se réduise d'un quart environ. L'intensité électrique, augmentant d'autant, agit sur une sonnerie polarisée ou sur un encliquetage articulé du foyer, qui laisse tomber le combustible à 1^m au-dessous, dans un lit de cendres.

» Il ne reste plus qu'à laisser refroidir lentement le moufle et les vitraux, comme dans les opérations ordinaires.

» Lorsqu'on veut recommencer une cuisson, au bout de six heures environ, il n'y a qu'à amorcer l'armature de la sonnerie ou l'armature de l'électro-aimant polarisé de décliquetage. »

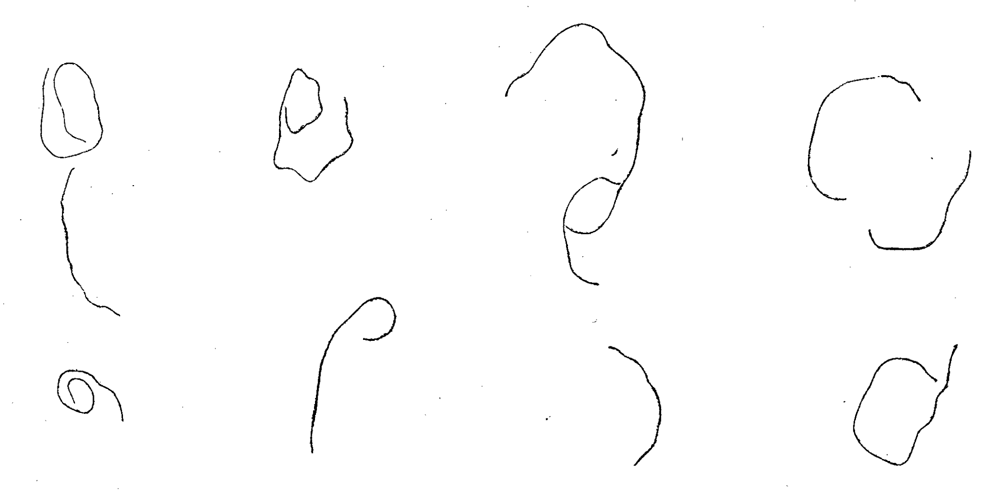
PHYSIQUE. — *Sur quelques modifications subies par le verre.* Note de M. J. Salleron, présentée par M. Friedel.

« Les dernières Communications de MM. Crafts et Pernet, relatives aux modifications que subissent les thermomètres quand ils sont longtemps chauffés, m'engagent à signaler à l'Académie divers faits analogues, qui faciliteront peut-être l'explication de ces singuliers phénomènes.

» Les industriels me rapportent souvent des thermomètres exactement construits et dont les indications sont faussées de 8° à 10° et même davantage. Ce sont généralement les fabricants d'encre d'imprimerie, qui chauffent les huiles à 270° pendant plusieurs jours, pour les rendre sicca-

tives; les fabricants de glycérine, les rectificateurs de benzine, etc., qui tous soumettent les thermomètres pendant longtemps à des températures très élevées. Mais le verre n'est pas modifié seulement quand il est chauffé à 300°; il subit de véritables déformations à des températures beaucoup plus basses. J'en citerai un exemple : les aréomètres employés dans les sucreries qui traitent les mélasses par l'osmose sont immergés pendant plusieurs jours consécutifs dans les osmogènes, au sein d'un liquide chauffé à 95°, dont la densité est 1014 (2° B.) et qui contient : sucre, 115^{gr}; cendres, 91^{gr}; total, 206^{gr} par litre. Ces cendres se composent de : chlorure de potassium, 20; sels organiques de potasse, 80; total, 100.

» Après quelques jours d'immersion dans ce liquide, les aréomètres sont complètement modifiés; leur poids a diminué, ce qui n'est pas sur-



prenant : j'en ai vu perdre 0^{gr},5 à 0^{gr},6 dans l'espace de huit jours et accuser des erreurs en plus de 7° à 8° B. Outre de cette corrosion, le verre subit une véritable déformation, qui semble due à un commencement de ramollissement. Enfin, après peu de jours, les flotteurs en verre se fendent et se brisent seuls, accusant ainsi un violent travail intérieur.

» Je mets sous les yeux de l'Académie quelques aréomètres qui ont subi ces curieuses modifications. Les uns ne sont encore que fendus, mais leurs fissures présentent une forme bizarre qui, pour tous les aréomètres, conserve le même caractère; c'est une sorte de spirale ou volute, un C dont la tête serait plusieurs fois contournée. Les figures ci-dessus sont les calques de quelques-unes de ces cassures.

» Les autres sont entièrement brisés, mais on retrouve sur leur cylindre

la fissure arrondie qui a été l'origine de la rupture. Enfin les réservoirs de tous ces aréomètres, primitivement cylindriques, sont ondulés et boursouflés; l'application d'une règle droite sur l'une de leurs génératrices accuse des ondulations, appréciables d'ailleurs au simple toucher. Je dois ajouter que toutes les natures de verre ne sont pas aussi attaquées les unes que les autres; si je ne me trompe, les verres alcalins le sont le plus.

» Il semble donc démontré que, dans certaines conditions ou du moins dans certains milieux, une température inférieure à 100° suffit pour ramollir le verre et lui faire subir des modifications moléculaires importantes. Peut-être cette constatation facilitera-t-elle l'explication des déplacements thermométriques; mais en tout cas elle ajoute une grande valeur aux objections qui ont été élevées contre l'assimilation des aréomètres aux instruments, poids et mesures légaux, vérifiés et poinçonnés par le Gouvernement. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence de la lumière sur la germination.* Note de M. A. PAUCHON, présentée par M. Duchartre.

« On sait quelles opinions contradictoires ont été émises sur le rôle de la lumière dans la germination : les uns, à l'exemple de Miesse, de Sénebier, d'Ingenhousz et de A.-P. de Candolle, considèrent l'intervention de cet agent comme défavorable; les autres, au contraire, admettent avec Th. de Saussure et Meyen que la lumière est sans effet appréciable sur la marche du processus germinatif. D'autre part, l'embryon végétal étant presque toujours dépourvu de chlorophylle jusqu'au moment où s'établit la période végétative, l'influence de la lumière dans la germination n'est qu'un cas particulier de son influence générale sur les êtres à protoplasme incolore. En raison de l'intérêt qui s'attache à cette question, j'ai eu recours à des méthodes diverses pour en poursuivre la solution.

» J'ai d'abord employé la méthode directe suivie par tous les expérimentateurs qui m'ont précédé dans cette étude, en me mettant à l'abri, dans la mesure du possible, des causes d'erreur inhérentes au milieu ou aux graines elles-mêmes. Pour les premières, j'ai réalisé dans mes expériences comparatives une identité complète des conditions fondamentales de chaleur, d'humidité et d'aération, ne laissant subsister qu'une seule variable, l'éclairement. Quant aux secondes, j'ai constaté qu'elles étaient loin d'être suffisamment connues : ainsi l'on admet généralement, depuis A.-P. de Candolle, que les grosses graines sont plus lentes à germer que les petites, et cette

opinion a été récemment encore affirmée par M. Ch. Darwin. Mes observations m'ont démontré qu'il n'existait aucun rapport entre le volume ou le poids des graines et la durée de leur période germinative, soit pour des graines de la même espèce, soit pour des graines d'espèces différentes, et que la loi de priorité de germination admise en faveur des graines les plus légères comporte un nombre d'exceptions tel, qu'il lui enlève toute généralité.

» Malgré la précaution que j'ai prise de ne faire usage que de semences de la même récolte issues du même pied, souvent du même fruit, d'un poids et d'un volume identiques, malgré un très grand nombre d'expériences répétées sur des graines appartenant aux familles les plus diverses et dans des conditions très variées de température, je n'ai obtenu que des résultats contradictoires dont il est impossible de dégager une conclusion générale. Ces faits montrent néanmoins avec quelle réserve doivent être acceptées dans certains cas les conséquences de recherches ayant pour critérium le développement apparent de l'embryon. Je pense, en effet, que la complexité du processus germinatif est telle, que l'on ne peut juger du développement réel de l'embryon végétal et du degré de son activité physiologique par des caractères extérieurs, comme la rupture du spermoderme et l'issue plus ou moins hâtive de la radicule. Tout me prouve que c'est là un procédé empirique absolument illusoire dans le cas particulier qui m'occupe, ce qui explique les résultats négatifs ou discordants obtenus par les expérimentateurs.

» Cette première tentative ayant échoué, j'ai pris pour base d'une nouvelle série d'expériences les variations d'un acte physiologique qui mesure d'une manière précise l'activité germinative de l'embryon végétal tant qu'il est dépourvu de chlorophylle, c'est-à-dire les variations de la fonction respiratoire.

» Dans une première série d'expériences faites à la lumière diffuse et à l'obscurité par la méthode volumétrique et à l'aide d'appareils spéciaux, j'ai mesuré les quantités d'oxygène absorbé pendant la germination par des lots de graines identiques, d'égal nombre et d'égal poids, et j'ai été conduit aux résultats suivants :

» 1° La lumière accélère d'une manière constante l'absorption de l'oxygène par les semences en germination. Cet avantage en faveur de la lumière varie du quart au tiers de la quantité d'oxygène absorbé par le lot maintenu à l'obscurité. Ce fait se dégage très nettement d'un certain nombre d'expériences où il y a eu de part et d'autre unanimité de germination.

» 2° Il existe un rapport entre le degré de l'éclairement et la quantité

d'oxygène absorbé. Ainsi cette influence se manifeste très activement quand le ciel est très pur et que la radiation solaire nous parvient avec son maximum d'énergie. Toutes les fois que le ciel est brumeux, l'influence s'atténue de plus en plus et disparaît même avec un demi-crépuscule.

» 3° L'accélération respiratoire exercée sur les graines éclairées pendant le jour persiste à l'obscurité pendant plusieurs heures : il semble qu'une partie de l'énergie lumineuse absorbée par la graine pendant le jour est emmagasinée par elle et dépensée pendant la nuit. La preuve qu'il en est ainsi, c'est que les différences volumétriques accusées le matin par les appareils obscurs sont toujours inférieures à celles que présentent les appareils éclairés. Bien que l'influence de la lumière se poursuive encore alors que cet agent a cessé d'agir, elle n'est cependant pas immédiate et ne se manifeste qu'au bout d'un ou deux jours.

» 4° J'ai noté que les différences entre les quantités d'oxygène absorbé à la lumière et à l'obscurité ont été plus considérables pour les expériences faites en hiver que pour celles qui ont été effectuées en été : l'influence accélératrice exercée par la lumière sur la respiration serait donc plus intense aux basses températures et s'atténuerait aux températures élevées, fait qui serait tout à fait conforme aux nécessités physiologiques. »

M. Chasles présente, de la part de M. le prince *Boncompagni* : 1° la Table fort étendue (p. 947-984) des auteurs cités dans les *Bulletins* de l'année 1879; 2° un extrait de la *Nouvelle Correspondance mathématique* de M. Catalan (t. VI, livraison de septembre 1880), concernant les Lettres de Sophie Germain à Gauss, publiées par M. Boncompagni.

La séance est levée à 4 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 octobre 1880.

Connaissance des Temps pour l'an 1882, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents, 1880, septembre. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

La Science de la quantité; par L. Buys. Bruxelles, C. Muquardt, 1880; in-8°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Annales de l'Institut national agronomique; n° 3, 3e année, 1878-1879. Paris, Bouchard-Huzard, 1880; in-8°.

De l'influence des eaux malsaines sur le développement du typhus exanthématique; par le Dr Robinski. Paris, Asselin, 1880; in-8°.

Thermochemische Untersuchungen; von J. Thomsen. Dritter Band: *Affinitätsphänomene der Metalle.* Leipzig, 1875-1880; in-8° relié.

Ueber die Anwendung des electrodynamischen Potentials zur Bestimmung der ponderomotorischen und electromotorischen Kräfte; von B. Clausius. Bonn, C. Georgi, 1880; br. in-8°.

Faculdade de Medicina da Bahia. These para o Doutoramento de J.-A. Leite de Mello. Bahia, 1875; in-12.

Sopra nuova esperienza di attrazione magnetica. Nota del Socio E. Piazzoli. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Estratta dagli *Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania.*)

Ouvrages reçus dans la séance du 26 octobre 1880.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Exposition universelle internationale de 1878 à Paris. Rapports du Jury international; groupe VI, *classe* 51 : *Le matériel et les procédés des industries agricoles et forestières; par* M. Alf. Durand-Claye. Paris, Impr. nationale, 1880; 1 vol. in-8°, avec Atlas in-4°.

Congrès international de Géologie. Ouverture du Congrès. Allocution de M. Hébert, président du Comité d'organisation. Paris, Impr. nationale, 1880; opuscule in-8°.

Direction générale des Douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1879. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°.

Théorie complète des occultations, à l'usage spécial des officiers de marine et des astronomes; par M. C. Berry. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

Le monde physique; par Am. Guillemin. T. I, 2e série, livr. 11 à 20. Paris, Hachette et Cie, 1880; gr. in-8°.

Cours de Mécanique appliquée aux constructions. Ire Partie : *Résistance des matériaux.* IIe Partie : *Hydraulique; par* M. ED. COLLIGNON. Paris, Dunod, 1880; 2 vol. in-8°.

Des paroxysmes en aliénation mentale; par le Dr LAGARDELLE. Bordeaux, Duthu; Paris, Bazire, 1880; br. in-8°.

Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. Annali di Agricoltura. N° 18 : *La pellagra in Italia,* 1879. Roma, 1880; in-8°.

Monoglottica. Considerazioni storico-critiche e filosofiche intorno alla ricerca di una lingua universale; Libro del C. prof. G. FERRARI. Modena, Vicenzi e Nipoti, 1877; in-8°.

Acta Societatis Scientiarum Fennicæ; T. XI. Helsingforsiæ, MDCCLXXX; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 18 octobre 1880.)

Page 637, ligne 3, *au lieu de* ($3^h 1^m 3^s,5$), *lisez* ($3^h 1^m 35^s,0$).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles observations sur l'étiologie et la prophylaxie du charbon;* par M. PASTEUR.

« Ce n'est pas devant cette Académie qu'il y a lieu d'exalter la nécessité des recherches expérimentales pour éclairer les phénomènes naturels dont les causes nous sont encore inconnues. Alors même que, dans certains sujets, des solutions pratiques semblent se dégager des faits d'observation pure, la vérité n'est acceptée et ne devient féconde en applications suivies que le jour où elle a pour point d'appui des démonstrations rigoureuses.

» La maladie désignée vulgairement sous les noms de *charbon*, *sang de rate*, *pustule maligne*,... est si anciennement connue, que certains auteurs sont portés à croire que ce fut une des dix plaies d'Égypte, sous les Pharaons. Néanmoins, c'est seulement dans le cours de ces derniers mois que nous avons pu en établir sûrement l'étiologie. Cette connaissance a fait surgir aussitôt dans l'esprit de tous, comme par une déduction obligée des faits nouveaux, un ensemble de mesures prophylactiques dont l'application, aussi simple qu'efficace, peut faire disparaître le fléau dans un

nombre d'années très restreint. Ce ne serait pas la première fois qu'une maladie se trouverait facilement combattue (je citerai l'exemple de la gale) à la suite de la découverte de sa véritable nature.

» De divers côtés, j'ai reçu des témoignages rassurants sur les efforts qui seront tentés contre la fièvre charbonneuse par les propriétaires intéressés et par l'administration. S'il fallait ajouter de nouveaux stimulants à l'urgence des mesures à prendre et convaincre des bienfaits dont elles seront le point de départ, aucune communication ne serait mieux faite, pour contraindre l'intérêt bien entendu des cultivateurs de nos départements où l'affection charbonneuse est enzootique, qu'une Note manuscrite qui m'a été confiée par M. Tisserand, le savant directeur du Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Les lectures que j'ai faites récemment à l'Académie lui ayant rappelé le souvenir de cette Note et son existence dans ses papiers, il a été assez heureux pour la retrouver. Elle porte la date : *Janvier* 1865. C'est à cette époque, à la suite d'une conversation qu'il eut avec M. le baron de Seebach, ministre de Saxe à Paris, que celui-ci lui remit cette Note, tout entière écrite de sa main en langue française. Les faits qu'elle relate sont une confirmation si éclatante de l'étiologie du charbon que j'ai exposée récemment, en mon nom et au nom de mes collaborateurs, MM. Chamberland et Roux, que je demande la permission de l'insérer intégralement dans nos *Comptes rendus*. Elle est d'ailleurs aussi courte qu'instructive.

Note remise par M. le baron de Seebach, ministre de Saxe à Paris (janvier 1865).

« En 1845, un nouveau fermier prit l'administration de mon domaine.

» Celui-ci comptait faire des améliorations sensibles, surtout rendre les terres plus fécondes par des engrais.

» Dans ces contrées, les terres apportées pendant l'été dans l'étable des moutons, souvent remuées après avoir servi de litière aux bêtes pendant la nuit et après être restées recouvertes par la paille en hiver, servent d'engrais et ont beaucoup d'avantages. Près de la ferme, il y avait une bande de terrain assez étendue dans laquelle les bêtes avaient été enfouies depuis des temps immémoriaux. Elle apparaissait au fermier comme particulièrement apte à être préparée, par le procédé indiqué, pour servir d'engrais.

» Le vieux berger s'opposa à ce que cette terre fût introduite dans l'étable, mais il ne put obtenir qu'une modification aux dispositions arrêtées, en ce sens que l'on ne commença que par la moitié de l'étable.

» Près de neuf cents bêtes étaient couchées sur la terre ainsi introduite; à côté il y avait les brebis, et le reste, dans le fond, hors de contact avec les premières. Pendant quelques jours les pertes n'étaient que normales; puis une nuit, deux et le lendemain six bêtes crevaient. On attribuait ces pertes à une cause quelconque et on laissait la terre dans l'étable.

Le lendemain matin on trouva quarante-cinq bêtes crevées; une brebis de l'enclos juxtaposé avait partagé le même sort. Dans le cours de la même journée, cinquante bêtes étaient crevées.

» Enfin la terre fut extraite de l'étable et celle-ci nettoyée, et une couche de fumier d'un pied d'épaisseur introduite dans l'étable. Pendant huit jours les pertes furent les mêmes, et ce n'est qu'alors qu'elles diminuèrent petit à petit. Pendant les quinze premiers jours, trois cent douze bêtes du premier enclos crevèrent et huit brebis de l'enclos juxtaposé. Dans la partie qui n'avait aucun contact avec la terre introduite, on n'eut à déplorer aucune perte.

» La mortalité continua dans des proportions moindres tout l'hiver, de sorte que, jusqu'au moment de la toison, quatre cents bêtes étaient crevées. C'est à ce moment que j'obtins par cession l'administration de la ferme.

» Les moutons crevés avaient été enfouis dans le même endroit, et la terre, après avoir été bien travaillée, avait été employée comme fumier pour une prairie sèche. J'envoie, par principe, les moutons au printemps sur ces sortes de prairies; je permis donc que les moutons allassent paître sur la prairie ainsi fumée, et d'autant plus facilement qu'il me semblait avantageux d'ameublir ainsi ces terres au moyen des moutons. En huit jours je perdis treize bêtes, et je ne pus comprendre comment cette terre, ayant été exposée à la gelée et à l'air et travaillée après avoir été mélangée avec de la chaux et de la cendre, pouvait contenir encore des germes de maladie.

» Afin de me convaincre encore plus complètement, je choisis dix des plus mauvaises bêtes, et je les laissai paître exclusivement sur cette prairie. En trois jours j'en perdis trois. Alors je cessai l'expérience, puisque j'avais acquis la preuve que cette terre contenait encore des éléments de contagion qui étaient communiqués aux bêtes lorsque leurs nez étaient restés en contact perpétuel avec elle.

» On a l'habitude dans nos contrées de laisser en été les moutons pendant la nuit sur des terres que l'on veut préparer pour l'ensemencement. Lorsque les moutons crèvent, ils crèvent généralement pendant la nuit et sont enfouis sur le terrain même.

» Mon berger avait une répugnance que je qualifiais de superstitieuse pour certains champs et ne voulait pas y laisser les animaux pendant la nuit. Il prétendait, sans en savoir la raison, que ces champs étaient malsains. Plus tard j'arrivai à la conclusion qu'il avait raison et je tâchai de m'en rendre compte.

» Le terrain, au printemps, est très dur et le travail, pour y creuser un trou suffisant pour y enfouir les bêtes, est très pénible. On le fait par conséquent très superficiellement et les cadavres sont très facilement mis à découvert par les chiens. Ceci me paraissait fort dégoûtant et je donnai une bèche à mes bergers afin de les rendre à même de mieux enfouir leurs animaux.

» Un jour, des chevaux attelés à une charrue s'enfoncèrent dans le terrain et furent aspergés par une matière putride; la charrue mit à découvert les restes d'un mouton en putréfaction; ceci me dégoûta, et j'ordonnai une vigilance sévère sur la manière d'enfouir les bêtes.

» Le coin du champ où cet incident était arrivé m'est resté clairement dans la mémoire. Le champ fut ensemencé cette année-là même avec du blé, et l'année suivante avec du trèfle. A la place en question, le trèfle vint avec profusion et à une hauteur extraordinaire.

Un jour je m'aperçus que ce trèfle avait disparu et je ne doutai pas qu'il n'eût été volé.

» Le lendemain matin, une femme vint en pleurant à la ferme me dire que sa chèvre était crevée et que sa vache était très malade.

» Cette circonstance m'ouvrit les yeux, et je me rendis aussitôt dans son étable, où je constatai que la vache avait la maladie de la rate la plus prononcée. Le cadavre de la chèvre me fut apporté, et je constatai également la même maladie.

» La femme m'avoua qu'elle avait pris le trèfle justement à la place qui m'était restée dans la mémoire et qu'elle en avait nourri ses deux bêtes.

» Il y avait près de deux ans que le mouton avait été enfoui, et le trèfle qui avait poussé à cette place avait répandu les germes de la maladie.

» J'ordonnai aussitôt que tous les cadavres fussent apportés à un endroit désigné par moi, que j'entourai d'un fossé de 2 pieds et d'une barrière.

» Depuis 1854 toutes les bêtes crevées sont enfouies à cette place, et il ne me reste plus qu'à indiquer les résultats de cette précaution :

» De 1849 à 1854 je perdis 15 à 20 pour 100 par an;

» De 1854 à 1858, 7 pour 100;

» De 1860 à 1864, 5 pour 100;

» En 1863, 3 pour 100. »

» Tels sont les précieux renseignements que contient cette curieuse Note. Aujourd'hui nous savons à quoi nous en tenir sur la véritable cause de l'infection qui s'empara des troupeaux de M. de Seebach. Elle ressort des faits que nous avons publiés récemment sur la culture du parasite charbonneux autour des cadavres des animaux enfouis et sur les germes, nés de cette culture profonde, que les vers, par leurs déjections, ramènent à la surface de la terre et sur les plantes qui y poussent. Elle ressort également de cette décisive expérience où, quatre moutons ayant été parqués sur une fosse contenant une vache charbonneuse enfouie plus de deux ans et trois mois auparavant, à 2^m de profondeur, un des quatre moutons mourait le huitième jour de son habitation sur la fosse, présentant toutes les lésions du charbon spontané et le sang rempli de filaments du parasite charbonneux. Je rappelle enfin que, depuis deux ans, toutes les tentatives que nous avons faites pour donner le charbon à des cobayes, soit avec la terre de la surface de cette fosse, soit avec les déjections des vers, ont eu des résultats positifs.

» Dans les derniers jours du mois d'août, nous avons, M. Chamberland et moi, reproduit cette même expérience sur quatre nouveaux moutons, en les faisant parquer sur une fosse toute semblable à la précédente, dans la même prairie, avec cette seule modification, que des barbes d'orge, coupées en fragments de $0^m,01$ de longueur environ, furent jetées sur la terre de la fosse en même temps que la nourriture des moutons. Cette fois,

un mouton mourut le sixième jour et un second le septième jour de leur habitation sur la fosse. Quatre moutons témoins nourris de la même manière, parqués à côté, mais non au-dessus d'une fosse, n'eurent aucun mal. Ces faits avertissent une fois de plus les cultivateurs du danger des aliments piquants, non macérés, quand il y a lieu de craindre qu'ils soient souillés par des germes charbonneux.

» Dans la Beauce, on a remarqué depuis longtemps que la mortalité se déclare surtout après qu'on a commencé le parcage des troupeaux sur les chaumes. Deux circonstances contribuent, dans ces conditions, à une exagération de la mortalité relativement à ce qu'elle est à l'étable. Sur les chaumes, les occasions de blessures sont plus fréquentes et les moutons sont à tout moment exposés à rencontrer les sources mêmes des germes de charbon sur les points où, dans les années antérieures, ont été enfouis des cadavres charbonneux.

» Quand on envisage les horribles maux qui peuvent résulter de la contagion dans les maladies transmissibles, il est consolant de penser que l'existence de ces maladies n'a rien de nécessaire. Détruites dans leurs principes, elles seraient détruites à jamais, du moins toutes celles dont le nombre s'accroît chaque jour, qui ont pour cause des parasites microscopiques. Comme tous les êtres, ces espèces parasitaires sont à la merci des coups qui peuvent les frapper. Bien différent est le groupe des affections qui accompagnent les manifestations de la vie, considérée en elle-même. L'humanité ne saurait être à l'abri d'une fluxion de poitrine, ni de mille accidents divers d'où peut naître la maladie avec toutes ses conséquences.

» En ce qui concerne l'affection charbonneuse, je crois fermement à la facile extinction de ce fléau. Le monde entier pourrait l'ignorer, comme l'Europe ignore la lèpre, comme elle a ignoré la variole pendant des milliers d'années. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des éthers formés par les hydracides;* par M. BERTHELOT.

« 1. J'ai entrepris de mesurer la chaleur de formation des éthers que les hydracides engendrent par leur combinaison avec les carbures d'hydrogène et avec les alcools. Je me suis attaché aux trois éthers méthyliques, dérivés des acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique, et aux trois éthers éthyliques correspondants : ce qui fournit les éléments

d'une comparaison méthodique entre les deux premières séries organiques. Cette comparaison s'applique à des éthers primaires; elle est complétée par une étude que j'ai publiée précédemment sur les trois éthers d'un autre ordre, dérivés de l'union de l'amylène avec les mêmes hydracides ([1]). J'ai pris soin d'ailleurs d'établir les données de mes expériences sur l'état gazeux, afin de les rapporter aux conditions théoriques les plus nettes.

» Je donnerai d'abord les faits, puis j'en tirerai les conséquences.

» 2. La détermination des chaleurs de formation des éthers d'hydracides offre de grandes difficultés, tant au point de vue des réactions mises en jeu que de leur réalisation expérimentale. Les éthers de l'amylène avaient pu être formés directement, par l'union des hydracides et du carbure d'hydrogène; mais ce procédé n'est applicable ni aux éthers éthyliques, en raison de la lenteur de la combinaison des hydracides avec l'éthylène, ni aux éthers méthyliques, le méthylène étant inconnu jusqu'ici. L'union directe des alcools méthylique et éthylique avec les hydracides est également trop lente, à la température ordinaire, pour être effectuée dans un calorimètre. Quant aux méthodes de double décomposition, qui m'ont permis de mesurer les chaleurs de formation des éthers oxaliques et acétiques, et qui s'appliquent en général aux éthers dérivés des acides organiques ([2]), je n'en ai trouvé aucune qui pût être employée pour les éthers d'hydracides, et cela à cause du caractère mal défini des états finals. Le perchlorure de phosphore, par exemple, si efficace pour préparer les éthers chlorhydriques, fournit en même temps des acides éthylphosphoriques, dont la nature est mal connue et dont la chaleur de formation paraît difficile à déterminer. On ne saurait davantage recourir aux réactions fondées sur l'emploi simultané du phosphore et de l'iode, ou du brome; toujours en raison de la formation des composés éthylphosphoreux, mal définie jusqu'ici, chimiquement et calorimétriquement.

» J'ai dû recourir à la mesure des chaleurs de combustion des éthers d'hydracides, conformément à la méthode générale de calcul que j'ai établie en 1865 pour les chaleurs de formation des composés organiques.

» A la vérité, la chaleur de formation des corps est ainsi tirée de la différence entre des nombres beaucoup plus considérables; ce qui est toujours un inconvénient. Mais les chaleurs de combustion des composés méthyliques et éthyliques ne sont pas assez fortes pour que les limites d'erreur

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 295, et t. XVII, p. 138.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 338.

atteignent l'ordre de grandeur des quantités que l'on en déduit : incertitude qui tend au contraire à rendre illusoires la plupart des calculs fondés sur les chaleurs de combustion des composés organiques renfermant un grand nombre d'équivalents de carbone.

» 3. Le principe des expériences étant posé, j'ai procédé à leur réalisation. A ce point de vue, mon détonateur calorimétrique a fourni des facilités que l'on ne trouve pas dans les méthodes de combustion ordinaires. Je doute même que celles-ci soient applicables à la combustion des éthers d'hydracides, spécialement à celle des éthers bromhydrique et iodhydrique, en raison de la mise en liberté, souvent simultanée, du corps halogène, de son hydracide et de l'eau qui s'y combine.

» En procédant par détonation, j'ai réussi à écarter ces obstacles, ou à en tenir compte, par divers artifices qui seront signalés en leur lieu. Je regarde cependant comme un devoir d'ajouter que les chaleurs de combustion ainsi déterminées, et par conséquent les chaleurs de formation que l'on en déduit, n'offrent pas tout à fait le même degré d'approximation que les chaleurs de combustion des composés formés simplement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote; je ne puis garantir que le soin apporté dans l'exécution de ces délicates expériences.

» 4. *Ether méthylchlorhydrique* (chlorure de méthyle), C^2H^3Cl. — On a employé ce corps dans l'état gazeux, après en avoir vérifié la pureté par l'analyse eudiométrique. L'éther méthylchlorhydrique pur doit fournir et a fourni en effet, dans mes analyses, son volume d'acide carbonique.

» La dose d'oxygène consommée dans l'analyse surpasse légèrement la dose théorique, parce qu'il se forme toujours un peu de chlore aux dépens de l'acide chlorhydrique.

» Le gaz employé a été préparé par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'alcool méthylique. On ne doit pas recourir à l'addition de l'acide sulfurique, qui donne toujours naissance à de l'éther méthylique ordinaire. Quant au chlorure de méthyle du commerce, il renferme diverses impuretés qui nous en ont fait écarter l'emploi.

» Les détonations ont été exécutées sur un mélange de l'éther et de l'oxygène (ce dernier en léger excès), au sein de ma bombe calorimétrique en platine doublé d'acier, à vis-robinet de platine, que j'ai décrite dans ce Recueil (p. 189 et 191, *fig.* 4), instrument qui n'est attaqué ni par le chlore ni par le brome, ni par les hydracides. Pour les expériences actuelles, on plaçait à l'avance dans la bombe une ampoule scellée, contenant 3^{gr} à 4^{gr} d'eau et destinée à absorber le gaz chlorhydrique. Avec les éthers iodhy-

driques cette précaution est superflue, car il ne se produit pas d'hydracide. Avec les éthers bromhydriques, l'explosion étant trop faible pour briser l'ampoule à coup sûr, on a dû introduire l'eau après coup, par la vis, en profitant de la diminution de pression produite par l'explosion.

» Le poids de l'éther méthylchlorhydrique était compris entre $0^{gr},269$ et $0^{gr},291$; il était déduit de celui de l'acide carbonique. En le comparant avec le poids de l'acide chlorhydrique étendu, qui demeurait dans la bombe et que l'on dosait, on en a conclu le poids du chlore mis en liberté; celui-ci a varié entre 3,3 et 18,5 centièmes du chlore total. La correction résultante se déduit de la différence entre les chaleurs de formation de l'hydracide dissous et de l'eau : elle n'a pas surpassé $0^{Cal},8$.

» On a trouvé les chaleurs de combustion suivantes, rapportées à $50^{gr},5$ d'éther gazeux et à la réaction :

$$C^2H^3Cl + O^6 = C^2O^4 + HCl\,gaz + H^2O^2\,liquide.$$

	Nombre obtenu en présence de l'eau (volume constant).	Acide chlorhydrique supposé gazeux (pression constante).
	Cal	Cal
	169,6	153,2
	176,7	160,3
	169,6	153,2
	175,6	159,2
Moyenne ...	172,9	156,5

» D'où l'on déduit :

$$C^2(\text{diamant}) + H^3 + Cl = C^2H^3Cl\,gaz,\ \text{dégage} \ldots\ldots + 28^{Cal},5$$

» 5. *Éther méthylbromhydrique*, C^2H^3Br. — Sa combustion produit un volume égal d'acide carbonique, en absorbant sensiblement $7^{éq}$ d'oxygène :

$$C^2H^3Br + O^7 = C^2O^4 + 3HO + Br.$$

» La dose d'acide bromhydrique formée est faible, comme on s'en est assuré par des dosages directs (le brome libre étant dosé par l'acide sulfureux, puis le brome total par le bromure d'argent). Son influence est dès lors négligeable; surtout si l'on remarque que la chaleur de formation de l'hydracide étendu (+ 33,5) est très voisine de celle de l'eau (+ 34,5). J'ajouterai que la combustion totale ne s'opère nettement que pour des proportions voisines des rapports théoriques. Il suffit de doubler le volume de l'oxygène pour atteindre les limites de combustibilité : tantôt alors le

mélange ne détone plus, tantôt il brûle incomplètement et en formant des doses notables d'hydracide.

» On a opéré avec l'éther pesé dans des ampoules ($0^{gr},510$ à $0^{gr},530$) et on a contrôlé le résultat par la pesée de l'acide carbonique. On a trouvé, à volume constant, et en tenant compte de la vapeur d'eau :

	D'après le poids initial de l'éther.	D'après le poids final de CO^2.
	182,8	176,7
	181,0	180,7
	»	181,9
	»	177,8
Moyenne...	181,5	179,3

» La moyenne des deux séries est 180,4 à volume constant. Mais, les quatre cinquièmes du brome seulement, ou environ, étant gazeux dans ces conditions, il convient de retrancher — 0,7 pour tout réduire à l'état du métalloïde gazeux ; il faut, au contraire, ajouter + 0,7 pour l'évaluation de la chaleur de combustion à pression constante. Celle-ci demeure donc égale à + 180,4. On en tire :

C^2(diamant) + H^3 + Br gaz = C^2H^3Br gaz, dégage....... + $17^{Cal},1$

» 6. *Ether méthyliodhydrique* C^2H^3I. — Sa combustion a lieu nettement d'après l'équation, vérifiée par nos analyses eudiométriques,

$$C^2H^3I + O^7 = C^2O^4 + 3HO + I.$$

On a trouvé, à volume constant, l'éther étant gazeux ($0^{gr},400$ à $0^{gr},500$) :

	D'après le poids initial de l'éther.	D'après le poids final de CO^2.
	185,1	186,7
	190,5	189,0
	»	186,0
	»	188,2
Moyenne ...	187,8	187,5

» La moyenne des deux séries, 187,65, devient + 188,7 à pression constante. Ce chiffre, pour l'iode gazeux, se réduit à + 183,3 ; d'où l'on tire :

	Cal
C^2 (diamant) + H^3 + I gaz = C^2H^3I gaz, dégage......	+ 14,2
I solide, C^2H^3I liquide..........................	+ 15,0

» 7. *Éther éthylchlorhydrique* C^4H^5Cl. — J'ai trouvé, d'après une

Note précédente (p. 454) :

$$C^4(\text{diamant}) + H^5 + Cl = C^4H^5Cl\,\text{gaz} \ldots\ldots \quad +38^{Cal},5$$

» 8. *Éther éthylbromhydrique* C^4H^5Br. — La détonation de cet éther développe à la fois du brome, produit dominant, et de l'acide bromhydrique, qui peut s'élever jusqu'à 40 centièmes de la quantité théorique. Tous calculs faits, voici les résultats obtenus pour la réaction

$$C^4H^5Br\,\text{gaz} + O^{13} = 2C^2O^4 + 5HO\,\text{liq.} + Br\,\text{gaz, à volume constant :}$$

	D'après le poids initial de l'éther (0,322 à 0,291).	D'après le poids final de CO^2.
	330,8	329,5
	325,0	»
	324,0	325,4
	331,9	331,9
Moyenne....	327,9	328,9

» Pour les deux séries 328,4; soit 329,5 à pression constante.

$$C^4(\text{diamant}) + H^5 + Br\,\text{gaz} = C^4H^5Br\,\text{gaz} \ldots\ldots \quad +31^{Cal},0$$
$$Br\,\text{liquide}, C^4H^5Br\,\text{liquide} \ldots\ldots \quad +33^{Cal},7$$

» 9. *Éther iodhydrique* C^4H^5I. — La chaleur de formation de cet éther n'a pas été mesurée par combustion, sa tension étant trop faible. Mais j'ai opéré par substitution directe, au moyen du brome, et en agissant chaque fois sur 24gr environ d'éther. J'ai vérifié, en redistillant les produits, que la réaction se passe très sensiblement d'après l'équation

$$C^4H^5I\,\text{liq.} + Br\,\text{liq.} = C^4H^5Br\,\text{liq.} + I\,\text{solide.}$$

» En tenant compte de la portion d'iode qui demeure dissoute dans l'éther bromhydrique, cette réaction a dégagé +9,71 et +9,81; moyenne: +9,76. On déduit de là :

$$C^4(\text{diamant}) + H^5 + I\,\text{solide} = C^4H^5I\,\text{liq., dégage} \ldots \quad +23^{Cal},9$$
$$C^4 + H^5 + I\,\text{gaz} = C^4H^5I\,\text{gaz} \ldots\ldots \quad +22^{Cal},8$$

» 10. La réaction précédente, opérée avec un excès de brome, a dégagé une quantité de chaleur notablement plus grande; ce qui s'explique, attendu que le brome se combine à la fois avec l'iode et avec l'éther bromhydrique. La dernière combinaison peut être observée directement. Elle a lieu sans substitution et avec un dégagement de chaleur capable de faire bouillir le mélange

$$C^4H^5Br\,\text{liq.} + Br\,\text{liq., à } 9^\circ\text{, dégage : } +1^{Cal},4;\ Br^2 : +2^{Cal},3;\ Br^3 : +3^{Cal},0.$$



Il se forme ainsi des composés analogues aux perbromures et periodures alcalins (ce Recueil, t. XC, p. 844) et à ceux de l'hydrogène (t. XCI, p. 195).

» L'iodure d'éthylène, traité par $2^{éq}$ de brome, produit du bromure d'iode, uni ou mélangé avec un bromoiodure d'éthylène cristallisé C^4H^4BrI, volatil vers 165°, corps que l'on isole, après traitement par SO^2 étendu,

$$C^4H^4I^2 \text{ solide} + Br^2 \text{liq.} = C^4H^4BrI + BrI, \text{ a dégagé} \ldots\ldots\ldots + 13^{Cal},9.$$

» L'emploi d'un excès de brome, puis de l'acide sulfureux, ramène tout à l'état de $C^4H^4Br^2$. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation du sulfure de carbone;* par M. BERTHELOT.

« La connaissance de la chaleur de formation du sulfure de carbone complète celle des composés renfermant $2^{éq}$ de carbone, dont j'ai fait une étude générale. J'ai trouvé, en opérant sur des poids connus de matière contenus dans une ampoule (trois expériences) que C^2S^4 gaz $+ O^{12} = C^2O^4 + 2S^2O^4$ dégage : à volume constant, $+ 252^{Cal},8$; à pression constante, $+ 253^{Cal},3$. Ces combustions, faites dans ma bombe calorimétrique en platine, ont donné lieu à des doses considérables d'acide sulfurique anhydre, représentant du tiers au sixième du soufre total. On les a déterminées en dosant l'acide sulfureux, dans la bombe même, par une solution titrée d'iode, et l'on en a tenu compte dans le calcul (1). On déduit des chiffres ci-dessus que la combustion du sulfure de carbone liquide dégage : $+ 246^{Cal},9$; ou plus exactement $+ 246^{Cal},6$ (en tenant compte des chaleurs spécifiques sous les deux états). Favre et Silbermann avaient trouvé $258^{Cal},5$; mais ils ignoraient la formation de l'acide sulfurique. Je tire de mes nombres :

$$C^2(\text{diamant}) + S^4 \text{solide} = C^2S^4 \text{ gaz, absorbe} \ldots\ldots - 21,1$$
$$C^2S^4 \text{ liq} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots - 14,4$$

» Le sulfure de carbone est donc formé avec absorption de chaleur depuis ses éléments solides; mais il est probable qu'il y aurait dégagement de chaleur depuis le soufre et le carbone gazeux. J'ai insisté autrefois sur

(1) Voir, dans ce Recueil, t. XC, p. 1453 et 1510, le dosage de l'acide sulfurique anhydre dans la combustion du soufre, ainsi que sa chaleur de formation pour l'état gazeux.

cette circonstance ([1]), et j'ai montré dans quelles conditions singulières s'opère la synthèse du sulfure de carbone : laquelle a lieu précisément entre les limites de température qui répondent à la dissociation du composé ([2]), et, en outre, avec régénération de carbone sous un état isomérique nouveau, celui de graphite ([3]). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les orages volcaniques;* par M. FAYE.

« Un des phénomènes les plus frappants de la Géologie, c'est assurément l'incorporation de l'eau, à haute pression, dans les silicates fondus qui ont pénétré dans les fissures profondes de l'écorce terrestre, transformés ainsi en une lave ardente, presque explosive, ou capable du moins de bouillonner avec violence à une température inférieure au point de fusion complète. La lave remonte, se déverse sur les flancs d'un volcan, délivrée d'une puissante compression. L'eau s'en échappe alors sous forme d'abondantes fumées où la vapeur d'eau figure, d'après Ch. Sainte-Claire Deville, pour neuf cent quatre-vingt-dix-neuf parties sur mille. Il en est de même de la lave qui reste dans le cratère : celui-ci émet d'instant en instant, par bouffées explosives, des torrents de vapeur d'eau qui s'élèvent en forme de colonne nuageuse dans l'atmosphère. Je n'ai pas à m'occuper ici du phénomène chimique, qui a été si remarquablement étudié par notre savant géologue M. Daubrée; je veux seulement faire observer que, pendant les éruptions paroxysmales, la vapeur d'eau lancée par un volcan prend des proportions énormes, et donne naissance à des phénomènes météorologiques d'un certain intérêt. Ce sont des orages volcaniques; la foudre y éclate en traits nombreux, suivis de pluies et même d'averses, en sorte qu'à première vue on est tenté d'identifier ces orages, dus à l'action du soleil encroûté que nous foulons aux pieds, avec les vrais orages dus à l'action du soleil extérieur.

» L'Académie se rappelle les longues discussions que j'ai eues à soutenir contre plusieurs savants météorologistes sur cette question des orages. J'affirmais, et je crois avoir complètement démontré, par l'ensemble des faits connus, que ces orages sont dus à des mouvements gyratoires descendant

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 175 (1869).
([2]) Même Volume, p. 169.
([3]) Même Recueil, 4e série, t. XIX, p. 423.

de la région des cirrhus jusque dans celle des nuages inférieurs, et même quelquefois jusqu'au sol, sous forme de tornades. J'ai fait voir que ces gyrations puissantes prennent naissance dans les courants supérieurs réguliers qui charrient les cirrhus fortement électrisés et à très basse température; les orages qu'elles produisent participent dès lors à leur translation rapide et parcourent ainsi en peu d'heures d'énormes espaces. Je ne connais pas d'exception à ces simples lois de Mécanique atmosphérique.

» Voici néanmoins des phénomènes qui possèdent quelques-uns des aspects d'un orage et qui éclatent dans des colonnes nuageuses lancées violemment de bas en haut. Faut-il croire que les météorologistes n'avaient pas tout à fait tort d'attribuer les orages solaires à des colonnes ascendantes d'air chaud, allant porter leur humidité dans les régions supérieures et s'y condenser en nuages fortement électrisés? En aucune façon; il me sera facile de montrer que les orages volcaniques diffèrent essentiellement des orages ordinaires; au fond, ils ne leur ressemblent pas autrement que le flux d'étincelles et de nuages qu'on obtiendrait artificiellement avec une puissante chaudière électrique d'Armstrong. L'objet de la Note actuelle est de préciser ces différences capitales.

» Au commencement du trop court séjour que je viens de faire à Naples, l'air était calme; la fumée du Vésuve s'élevait verticalement par bouffées successives jusqu'à une assez grande hauteur; là une légère brise l'emportait vers la pointe de Sorrente, au-dessus de laquelle elle formait une panne de nuages. La nuit, cette colonne s'illuminait à la base, de minute en minute, parce que le volcan, se débarrassant par intermittences des scories qui en obscurcissent la lave, lançait des volées de pierres incandescentes; celles-ci retombaient en s'écrasant sur les flancs du petit cône ou dans le cratère lui-même. C'est le phénomène que M. Siemens a étudié récemment dans une Note du plus haut intérêt, lue à l'Académie de Berlin le 17 octobre 1878. Si l'on se reporte à l'hypothèse météorologique que j'ai combattue, on trouvera là tous les éléments nécessaires, selon cette théorie bien entendu, à la formation de fréquents orages locaux.

» On se rappelle en effet que, dans cette étonnante théorie, la première condition de la formation d'un orage, c'est le calme de l'atmosphère et un certain renversement des densités qui se produit souvent dans les couches basses, de manière à rendre légèrement instable l'équilibre habituel. Ces couches basses ne demandent alors qu'à monter; elles ne sont retenues que par le poids des couches supérieures. Mais si, par une cause quelconque, cet équilibre instable est troublé en un point, par exemple par la

colonne de fumée qui s'élève au-dessus d'une cheminée, l'air inférieur se précipite *horizontalement* vers la base de cette colonne, appelé qu'il est par une sorte de tirage; bientôt le phénomène s'agrandit, l'air chaud et humide s'emporte dans les airs en une colonne gyratoire de plus en plus vaste, et va former en haut des nuages au sein desquels éclateront, à ce qu'on suppose, la foudre, la grêle et les averses. On a même essayé de provoquer ainsi artificiellement des orages : rien de plus simple, en effet, puisqu'il suffirait d'une atmosphère calme, légèrement surchauffée en bas, et d'y allumer un feu de paille dont la fumée donnerait la première impulsion.

» A Naples, le Vésuve est là en permanence pour remplir cet office par sa colonne ascendante de vapeurs surchauffées. Chaque fois que l'atmosphère est dans l'état susdit d'équilibre instable, il devrait donc se former un orage, grâce à l'appel puissant de cette colonne ascendante. Je n'ai pas besoin de dire qu'il ne s'en forme jamais et qu'à Naples, comme ailleurs, les orages arrivent tout formés; ils disparaissent ou plutôt ils s'éloignent de même, sans relation aucune avec le Vésuve.

» On sait que les météorologistes ont fini par adopter l'idée que les mouvements atmosphériques sont essentiellement tourbillonnaires, avec cette particularité que les gyrations, provenant, selon eux, de la rotation diurne du sol, s'exécutent autour d'axes verticaux; seulement ils veulent que ces gyrations soient ascendantes.

» J'ai examiné avec soin la colonne ascendante du Vésuve, de près comme de loin, sans y trouver la moindre trace de pareils mouvements gyratoires. Les énormes flocons de nuages qui s'en échappent paraissent bien tourbillonner ; mais ce sont des mouvements confus, tumultueux, dans les flocons seulement, et, si ceux-ci devaient parfois présenter quelque chose de régulier, ce serait le tourbillonnement autour d'un axe circulaire horizontal, comme les couronnes de fumée qu'on chasse d'une pipe en y soufflant d'un coup sec ([1]). L'absence de mouvements gyratoires à axe vertical, que j'ai constatée pendant une période de calme relatif, se retrouve même en temps d'éruption. J'ai sous les yeux un dessin de l'éruption de 1822 où l'on voit les nuages issus des laves remonter les pentes du volcan et, obéissant à l'appel de la colonne éruptive, s'élever verticalement avec elle jusqu'au

---

([1]) « Jede Explosion », dit M. Siemens, qui a observé avec soin ces phénomènes en 1878, « riss die umgebende Luft mit sich fort, und bildete dadurch, über dem Berggipfel, einen in sich von innen nach aussen rotirenden und sich beim Aufsteigen erweiternden Dampfring. » Les explosions étaient alors plus fortes qu'en septembre de cette année.

ciel. Il est facile de constater qu'ils ne s'enroulent pas autour de cette colonne; rien ne présente la moindre trace de mouvement gyratoire, et cependant de cette colonne ascendante partent en tous sens des traits de foudre.

» Les orages volcaniques ne se produisent que pendant les grandes éruptions. Ils ne se déplacent pas; c'est toujours de cette colonne ou des flocons de nuages qui la forment que jaillissent les éclairs, et il y a ceci de très particulier que leur apparition est intimement liée à la présence et à la chute de cendres abondantes. C'est ici une règle constante, formulée par l'éminent directeur de l'Observatoire du Vésuve, M. Palmieri :

» 1° Les cendres qui retombent sur le sol sont toujours chargées d'électricité négative.

» 2° Il n'y a jamais de décharges électriques (elles s'opèrent dans la partie moyenne de la colonne), à moins que la cendre ne tombe en abondance des nuages supérieurs (1).

» Ainsi, pas de mouvements gyratoires, immobilité complète de l'orage volcanique qui reste confiné dans la colonne de nuages ascendants, pas d'éclairs sans le concours des cendres, voilà déjà quelques traits qui font, des orages volcaniques, une classe absolument distincte de celle des orages solaires, en les identifiant presque avec les effets de la machine d'Armstrong. J'ajoute que, si les premiers sont parfois accompagnés d'averses qui ravagent plus ou moins les pentes de la montagne, averses qui dans les pays froids se transformeraient en neige, on n'a jamais fait mention de grêle, et je n'hésite pas à prédire qu'on n'en observera jamais, car la grêle est le produit de vastes mouvements gyratoires qu'on ne retrouve pas dans les nuages des volcans.

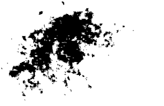
» Bien que les orages immobiles du Vésuve n'aient, sauf le premier aspect, presque aucun point de ressemblance avec les orages solaires marchant à grande vitesse, versant sur des espaces énormes la pluie, la grêle et les foudres, et parfois ravageant le sol par leurs gyrations furieuses, il n'en est pas moins vrai que les premiers sont des phénomènes météorologiques intéressants à étudier. On peut compter pour cela sur l'Observatoire du

---

(1) 1° Il fumo mostra sempre forte elettricità positiva;

2° La cenere cadendo sul luogo delle osservazioni dà elettricità negativa;

3° Le folgori, anche con eruzioni fragorose, possono mancare. La condizione indispensabile per l'apparizione delle folgori in mezzo al fumo è la caduta di cenere copiosa dei globi superiori al fumo. (*Il Vesuvio e la sua Storia*, Milan, 1880.)



Vésuve, établissement unique au monde et bien digne d'obtenir les larges subventions dont la Science a besoin à notre époque. Tout en admirant le remarquable ensemble d'appareils séismiques, magnétiques et électriques enregistreurs de M. Palmieri, je me suis demandé s'il n'y aurait pas quelque intérêt à étudier directement les traces d'électricité dans les vapeurs qui s'échappent actuellement de la bouche même du Vésuve. Sans doute il faudrait pour cela aller poser des appareils spéciaux à 2^{km} de l'Observatoire, sur le bord du cratère, en s'exposant à les voir briser par quelque scorie retombant de ce côté; mais je me dis qu'à force de persévérance et de courage M. Palmieri et surtout notre regretté confrère M. Ch. Sainte-Claire Deville ont bien réussi à y puiser directement des gaz pour en faire l'analyse chimique. Pourquoi, à leur exemple, n'y puiserait-on pas de l'électricité?

» Toutes les entreprises scientifiques sont d'ailleurs rendues bien plus faciles qu'autrefois par l'établissement d'un chemin de fer funiculaire qui conduit chaque jour de nombreux visiteurs tout en haut du grand cône, presque au pied du dernier cratère, aujourd'hui comblé, où je me suis promené sur les laves fumantes et grinçantes. J'aurais voulu me faire hisser jusqu'au bord du petit cône d'éruption actuel; mais mes guides et moi nous avons été chassés subitement par une saute de vent qui nous a enveloppés dans des bouffées de vapeurs acides. Il a fallu en dégringoler bien vite en toussant à qui mieux mieux. D'autres plus habiles y pourraient aller et, en choisissant bien leur emplacement, expérimenter à loisir avec une longue gaule et un électromètre portatif.

» Quoi qu'il en soit d'une suggestion que je hasarde après coup, j'ai trouvé qu'il n'y a rien de plus instructif, pour un observateur disposant de quelques semaines de loisir, qu'une ascension au Vésuve et une visite détaillée aux Champs Phlégréens.

» Je ne parle pas du géologue, qui se trouve là dans son élément, mais du géodésien, qui verra combien l'écorce terrestre peut garder de mobilité en certaines régions, du météorologiste, qui suivra le jeu de forces complètement étrangères au grand moteur habituel de notre atmosphère, de l'astronome lui-même qui, après avoir contemplé une bonne fois ces éruptions, ne sera plus tenté d'y chercher des analogies avec les taches du Soleil ou les cirques de la Lune.

» Pour moi, l'impression qui me reste de ces horreurs de la nature au milieu du pays le plus splendide qu'on puisse rêver est profonde et ineffaçable. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les photographies de nébuleuses;* par M. J. JANSSEN.

« M. Draper a annoncé, dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, qu'il était parvenu à obtenir une photographie de la nébuleuse d'Orion, et l'éminent auteur annonce qu'il enverra prochainement des détails sur la méthode employée.

» Je ne suis nullement surpris de ce résultat, eu égard à l'habileté bien connue de M. Draper, et aussi, il faut le dire, en raison des nouvelles préparations photographiques sèches découvertes dans ces derniers temps.

» Ces nouvelles préparations, qui réunissent les avantages d'une action lumineuse aussi prolongée qu'on veut, avec une sensibilité supérieure à celle des meilleurs procédés de la voie humide, ouvrent une carrière nouvelle à la Photographie, et spécialement à la reproduction des objets célestes que leur peu de pouvoir lumineux rendaient inaccessible aux anciens procédés.

» Aujourd'hui la photographie d'une nébuleuse très brillante est relativement facile, si l'on se contente de la partie la plus lumineuse de l'objet; elle est, au contraire, extrêmement difficile si l'on veut une image complète, comparable aux images données par nos grands instruments. Or, ce sont nécessairement ces images qu'il faut obtenir si nous voulons préparer, pour des temps qui ne soient pas trop éloignés, des documents propres à mettre en lumière ces variations de structure nébulaire dont la dicussion sera si importante pour la connaissance de la constitution de l'univers.

» Mais c'est là un sujet qu'on trouvera bien vaste si l'on considère d'une part le nombre prodigieux des nébuleuses à reproduire fidèlement, et de l'autre la rareté des circonstances de pureté atmosphérique qui sont absolument indispensables pour obtenir des images un peu complètes.

» Il sera donc bien nécessaire que cette étude, capitale pour l'avenir de la science, soit faite dans le plus grand nombre possible d'observatoires où l'on s'occupe d'Astronomie physique, qu'on y consacre beaucoup de temps, de grands instruments et d'habiles observateurs.

» C'est dans la pensée de concourir à une étude aussi importante que nous préparons à Meudon les éléments d'un travail de ce genre. Le télescope à très court foyer avec lequel j'ai pu obtenir, en 1871, un spectre très lumineux de la couronne et qui a révélé sa véritable nature, m'a paru un



type que je compte imiter en plus grand pour cette étude. La combinaison d'un instrument extrêmement lumineux, de plaques sèches très sensibles et d'une limpide atmosphère est la condition première du succès.

» Mais on doit accueillir avec une extrême faveur toute tentative faite dans une direction si féconde pour l'avenir de la Science. »

ASTRONOMIE. — *Observations de planètes et de comètes, faites à l'Observatoire de Marseille.* **Communiquées par M. Stephan.**

Planète (217), **Eudore** (1) *découverte par M. Coggia.*

Dates. 1880.		Heure de l'observation (T.M. de Mars.) h m s	Æ. h m s	℘. ° ′ ″	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en ℘.	Étoile de comp.	Observateur.
Septembre	1. .	14.31.21	23.15.44,91	94.45.37,6	+ī,3452	—0,8162	*a*	Coggia.
»	3...	10.31.50	23.14.45,27	95. 8.11,0	—ī,3018	—0,8195	*b*	Coggia.
»	6...	12. 3.45	23.12.59,55	95.45.14,6	$\overline{\infty}$	—0,8279	*c*	Coggia.
»	7...	10.24.37	23.12.28,05	95.56.25,0	—ī,2599	—0,8252	*c*	Coggia.
»	10...	9.52.14	23.10.46,01	96.32. 1,3	—ī,3314	—0,8269	*d*	Coggia.
»	12...	12.31.31	23. 9.34,80	96.56.45,9	+2̄,9885	—0,8343	*e*	Coggia.
»	13...	11.23. 3	23. 9. 3,00	97. 7.45,7	—2̄,3855	—0,8367	*e*	Coggia.
»	21...	13. 6.24	23. 4.57,18	98.35.41,9	+ī,3627	—0,8367	*f*	Coggia.
»	22...	9.14.26	23. 4.35,26	98.44. 6,1	—ī,2765	—0,8407	*f*	Coggia.
»	23...	9.16.30	23. 4. 9,93	98.53.51,9	—ī,2503	—0,8422	*f*	Coggia.
»	24...	9. 5. 4	23. 3.45,28	99. 3.23,7	—ī,2795	—0,8422	*f*	Coggia.
»	25...	10. 9.15	23. 3.20,74	99.13.16,4	—2̄,8104	—0,8488	*g*	Coggia.
»	27...	10. 0.12	23. 2.37,74	99.31. 9,0	—2̄,8158	—0,8506	*g*	Coggia.
»	29...	11.21.52	23. 1.57,71	99.48.55,6	+ī,0299	—0,8509	*h*	Coggia.
»	30...	9.41. 0	23. 1.42,36	99.56.25,3	—2̄,8915	—0,8527	*h*	Coggia.
Octobre	1...	10.34.35	23. 1.25,81	100. 4.31,8	+2̄,5176	—0,8543	*h*	Coggia.
»	2...	9.21.37	23. 1.12,01	100.11.44,3	—2̄,9896	—0,8534	*h*	Coggia.
»	4...	9.41.31	23. 0.46,34	100.24.59,1	—2̄,6548	—0,8559	*i*	Coggia.
			Planète (218), *découverte par M. Palisa.*					
Septembre	22...	11.38.42	22.56.21,97	95.56.43,4	+2̄,9850	—0,8281	*j*	Coggia.
»	23...	9.53.49	22.55.47,02	96. 5.19,0	—2̄,9724	—0,8290	*j*	Coggia.
»	24...	9.43.45	22.55. 9,98	96.14.24,8	—ī,0175	—0,8298	*j*	Coggia.
			Comète découverte par M. Hartwig le 29 septembre.					
Octobre	1...	8.24.25	14.49.10,58	61. 6.21,0	+ī,6945	—0,7063	*k*	Coggia.
»	2. .	7.49. 9	15. 7. 0,67	61.46. 4,3	+ī,6895	—0,6963	*l*	Coggia.
»	4...	8.27.28	15.38.50,13	63.27.27,7	+ī,6856	—0,7211	*m*	Coggia.
»	8...	9. 8.12	16.29.19,37	67.10.34,0	+ī,6733	—0,7420	*n*	Coggia.

(1) Eudore est le nom de l'une des Hyades.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1880,0.

Étoile.	Nom de l'étoile.	Æ.	℘.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
a	8123 B. A. C.	23.14. 0,94	94.34. 6,3	Cat. B. A. C.
b	8134 B. A. C.	23.15.10,46	95.19.43,2	Cat. B. A. C.
c.....	8119 B. A. C.	23.13.10,29	95.46.45,0	Cat. B. A. C.
d	8129 B. A. C.	23.14.29,97	96.33.43,3	Cat. B. A. C.
e.....	10220 United States C.	23.17.17,59	96.58.38,3	U. S. Cat.
f.....	23 Weisse (A.C.), H. XXIII	23. 3.52,83	98.48.22,9	Cat. W.
g	36 Weisse (A.C.), H. XXIII	23. 4.39,18	99.16.24,9	Cat. W.
h	1240 Weisse (A.C.), H. XXII	22.59.55,10	100. 2.15,9	Cat. W.
i.....	1241 Weisse (A.C.), H. XXII	23. 0. 0,61	100.14. 4,7	Cat. W.
j.....	10146 United States C.	22.57.39,01	96. 5.20,4	U. S. Cat.
k	1015-16 Weisse (N.C.), H. XIV	14.48. 3,95	61. 0.19,2	Cat. W.
l.....	143 Weisse (N.C.), H. XV,	15. 7.42,11	61.37. 3,8	Cat. W.
m....	5192 B. A. C.	15.37.42,36	63.19.22,8	Cat. B. A. C.
n	774 Weisse (N. C.), H. XVI	16.26.56,33	67. 9.32,7	Cat. W.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Note de M. VALERY-MAYET, présentée par M. Ém. Blanchard.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans une Note adressée à l'Académie sur la recherche de l'œuf d'hiver du Phylloxera en Languedoc (séance du 24 novembre 1879), je disais que la rareté des gallicoles confirme à la fois les observations qui leur attribuent l'œuf d'hiver pour origine et la rareté même de cet œuf, tout en prouvant son existence.

» Mes recherches ont été continuées cette année, et, sans être arrivé à la solution complète de la question, j'ai fait néanmoins un grand pas en avant.

» Dix bocaux d'éclosion, garnis de racines fortement phylloxérées, ont été disposés fin juillet dans mon laboratoire. J'ai obtenu ainsi un millier d'insectes ailés, soit environ deux cents pendant le mois d'août, cinq cents pendant le mois de septembre et trois cents pendant la première quinzaine d'octobre. Tous les matins, j'enfermais ma récolte sous une cloche de verre garnie de jeunes pousses de vigne, et le lendemain les individus les plus vigoureux étaient mis dans des tubes de verre. Du 1er août au 15 octobre, six cents insectes environ furent ainsi enfermés dans cinquante tubes, et

dès les premiers jours j'eus la satisfaction d'en voir pondre plusieurs. Les trois quarts périrent sans avoir voulu ni planter leur suçoir dans les feuilles ni déposer leurs œufs; mais j'obtins environ cent cinquante pontes, qui furent mises moitié à l'air libre, moitié dans mon laboratoire, les tubes étant bouchés avec un tampon de coton.

» Le mois d'août se passa sans une seule éclosion; le mois de septembre également. Les œufs, comme dans mes expériences des années précédentes, étaient secs au bout de quatre ou cinq jours. Le 2 octobre, enfin, j'obtins un mâle, qui, ne pouvant s'accoupler, vécut plusieurs jours; mais le 6, le voyant près de mourir, j'en fis une préparation. Le 7, je trouvai une femelle, qui, ne pouvant être fécondée, fut préparée également. Le 10, un œuf d'hiver était pondu contre le verre, la dépouille de la mère à côté. Du 10 au 15, pas d'éclosion. Le 15, le 16 et le 17, nouvelles éclosions de femelles, au nombre de quatre. Deux moururent sans avoir pondu; trois effectuèrent leur ponte le lendemain ou le surlendemain de leur naissance, mais les œufs, non fécondés, se sont séchés ou ont été préparés.

» Il ne s'en est donc fallu que de vingt-quatre heures pour que je pusse mettre en présence un mâle et une femelle. Ce n'est que partie remise, et j'espère bien, l'an prochain, annoncer à l'Académie que j'ai obtenu en Languedoc un œuf d'hiver fécondé.

» Mes recherches durent depuis trois ans. Celles de cette année confirment mes conclusions de l'année dernière. Je disais que l'état hygrométrique du pays s'opposait le plus souvent à la ponte des ailés et à l'éclosion des sexués. Nous voyons celle-ci se produire en octobre quand les mois d'août et de septembre ne nous en ont pas présenté. Si nous consultons les observations météorologiques faites à l'École d'Agriculture de Montpellier, nous en trouvons l'explication. L'état hygrométrique de la première semaine d'octobre, mesuré au psychromètre d'August, a été en moyenne de 0,79, celui des vingt premiers jours de 0,72, tandis que la moyenne de septembre a été 0,68 et celle d'août 0,60. Les jours où j'ai constaté des éclosions ont tous été des jours de grande humidité. Le 2 octobre, en effet, nous trouvons 0,76 au psychromètre; le 10, 0,66; le 15, 0,60; le 16, 0,85, et le 17, 0,91. Au delà de cette date, la chaleur a sans doute fait défaut : les œufs qui restaient se sont desséchés. Je n'ai pas non plus obtenu de pontes d'ailés depuis le 14, bien que les éclosions de ces derniers aient continué et doivent continuer encore à se produire, les nymphes étant plus nombreuses que jamais sur les racines.

» Il est donc bien certain que l'état hygrométrique de l'air, en moyenne

trop sec chez nous, est le grand obstacle à la production de l'œuf d'hiver. Dès que les vents de mer, qui soufflent toujours en automne, nous ramènent aux conditions du climat de l'ouest, nous en voyons se produire.

» De là à l'existence d'un œuf de sexué éclosant en été, dont a parlé M. Graëlls, il y a loin; mais il est possible qu'en Andalousie les éclosions estivales soient facilitées par les conditions climatériques. Ne voyons-nous pas les œufs de *Bombyx mori* avoir besoin de l'action du froid pour éclore en France, quand, au Bengale, la chaleur humide du pays provoque au contraire leur éclosion rapide? »

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre transmet à l'Académie un Rapport du service local du Génie, sur un coup de foudre qui a frappé le fort du cap Brun, près Toulon, le 15 septembre dernier.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

ASTRONOMIE. — *Eléments de l'orbite de la nouvelle planète* (217), *découverte par M.* Coggia. Note de M. O. Callandreau, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Je me suis proposé de prendre une nouvelle planète et de lui appliquer les méthodes de M. Gyldén pour le calcul des perturbations relatives, mon objet étant de tirer tout le parti possible des observations, de manière à obtenir, en quelques années, une orbite très approchée qui puisse servir de base à des recherches plus étendues.

» M. Coggia a eu l'obligeance de me communiquer les vingt observations qu'il a faites du 30 août au 4 octobre. Si l'on ajoute à ces observations celles de M. Bigourdan, communiquées dans les *Comptes rendus*, on est en droit d'espérer une première détermination assez précise de l'orbite.

» Voici les éléments conclus des observations des 30 août, 13 septembre et 4 octobre; ils seront déterminés de nouveau après l'observation des étoiles de comparaison :

Éléments de la planète (217).

(217) Époque : Septembre 13,5, T. M. de Berlin.

$$
\begin{aligned}
M_0 &= 19.54.41'',89 \\
\Omega &= 164.\ 7.19,05 \\
\pi - \Omega &= 143.\ 2.38,57 \\
i &= 11.\ 6.24,96 \\
\varphi &= 19.55.25,42 \\
\mu &= 665'',7647.
\end{aligned}
$$

(Les lignes Ω, $\pi - \Omega$, i : Équinoxe et écliptique moyens 1880,0.)

» En calculant avec ces éléments le lieu moyen, on trouve

$$
Æ_o - Æ_c = +0'',04, \quad D_o - D_c = +0'',05. \text{ »}
$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution des équations algébriques; examen de la méthode de Lagrange.* Note de M. E. West, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Dans une Note précédente, j'ai montré que l'on pouvait mettre l'expression des racines d'une équation algébrique du degré m sous la forme

$$
(1) \qquad x = \Xi_0 + \rho\Xi_1 + \rho^2\Xi_2 + \ldots + \rho^{m-1}\Xi_{m-1};
$$

x, remplaçant ici la lettre X employée précédemment, désigne une racine de l'équation proposée; ρ est une racine de l'unité positive du degré m; Ξ_0 est une quantité connue et $\Xi_1, \Xi_2, \ldots, \Xi_{m-1}$ sont les racines d'une équation résolvante du degré $m-1$.

» Il était indispensable d'établir cette forme des racines, car elle est équivalente à celle que donne Lagrange.

» Ce géomètre présente sa méthode comme un résumé des travaux faits antérieurement aux siens (Note XIII, t. VIII des *Œuvres* de Lagrange), et il base l'expression générale des racines sur l'analogie qu'elle présente avec la forme des racines des équations des premiers degrés. Vandermonde semble être le premier géomètre qui ait établi d'une façon certaine la forme des racines; on peut considérer la remarque de Lagrange, relativement à la comparaison qu'il fait du Mémoire de Vandermonde et du sien, comme une justification de la forme qu'il adopte.

» Lagrange prend d'abord pour inconnue de sa résolvante la fonction t,

ainsi définie :

(2) $$t = x' + \alpha x'' + \alpha^2 x''' + \ldots + \alpha^{m-1} x^{(m)}.$$

$x', x'', \ldots, x^{(m)}$ sont les racines de l'équation proposée du degré m, supposé premier dans la première partie de la méthode, et α est une racine de l'unité positive du même degré.

» On en déduit

(3) $$x^{(p+1)} = \frac{1}{m}(t^0 + \alpha^{m-p} t' + \beta^{m-p} t'' + \gamma^{m-p} t''' + \ldots);$$

$\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ sont les diverses racines de l'équation $\alpha^m - 1 = 0$. On voit que cette expression est équivalente à l'expression (1).

» Enfin, en posant

(4) $$t^m = \theta,$$

on trouve que la quantité θ^0 est connue et que $\theta', \theta'', \ldots, \theta^{(m-1)}$ sont les racines de l'équation résolvante du degré $m-1$:

(5) $$\theta^{m-1} - T\theta^{m-2} + U\theta^{m-3} - \ldots = 0.$$

» Les coefficients T, U, ... se déduisent rationnellement de l'un d'eux, et celui-ci est donné par une équation du degré $1.2.3\ldots(m-2)$, formée avec les coefficients de l'équation proposée.

» Après avoir donné le moyen de calculer ces coefficients, Lagrange ajoute : « Il est possible que cette équation puisse être abaissée à un degré » moindre, mais c'est de quoi il me paraît très difficile, sinon impossible, » de juger *a priori*. »

» Cependant on peut compléter cette méthode.

» Les racines des équations, par leur nature, ne se distinguent généralement pas les unes des autres, puisqu'elles se présentent toutes comme le résultat d'une même opération; au contraire, elles peuvent se distinguer par leurs valeurs, mais cela ne concerne pas la question présente. La raison en est que, dans les conditions du problème qui donne lieu à l'équation finale dont on cherche les racines, l'inconnue qui produit ces racines peut être définie par diverses sortes de propriétés. Si la propriété qui définit est caractéristique, les racines jouissent de toutes les propriétés de la quantité inconnue; elles ne peuvent pas être distinguées et elles entrent symétriquement dans l'équation; l'équation est irréductible. Si la propriété qui définit est seulement commune à l'inconnue et à d'autres quantités, toutes ces



quantités sont racines de l'équation; mais ces racines peuvent se distinguer par groupes correspondant chacun à une propriété caractéristique, celle-ci définissant spécialement chaque espèce de quantité; l'équation est alors réductible.

» Cette définition des équations réductibles diffère de celle d'Abel, généralement reproduite dans les Ouvrages; cette dernière est purement conventionnelle; elle est relative à la forme des diviseurs de l'équation. On sait d'ailleurs que Gallois introduit une nouvelle convention : ce sont les *quantités adjointes*. Il est clair que la définition d'Abel ne peut conduire directement à la solution de la question présente, qui a pour objet la nature même des racines.

» Cela posé, Lagrange montre encore que, si m est premier, les quantités $\theta', \theta'', \ldots, \theta^{(m-1)}$ appartiennent à une seule équation (5), et que par tous les changements de ces quantités entre elles on ne forme que $1.2.3\ldots(m-2)$ systèmes de racines x, tels que l'indique l'expression (3). C'est là le point essentiel.

» Il en résulte que l'expression (5) est irréductible; aussi toutes les quantités $\theta', \theta'', \theta''', \ldots$ y entrent-elles symétriquement et ne peuvent-elles être distinguées les unes des autres. L'ordre des accents n'est que relatif, et tout autre ordre que l'ordre précédent satisfait nécessairement à la question; ce n'est donc que par l'ensemble des termes que l'expression (3) donne les quantités x, par suite du concours symétrique des quantités $\theta', \theta'', \theta''', \ldots$: donc les $1.2.3\ldots(m-2)$ systèmes sont équivalents.

» Ensuite, pour ce qui concerne l'équation auxiliaire du degré $1.2.3\ldots(m-2)$ d'où dépendent les coefficients T, U, ..., si l'on désigne par R l'une des racines (qui ne sera autre que l'un de ces coefficients), cette quantité R donnera lieu aux $1.2.3\ldots(m-2)$ systèmes précédents. Mais une autre racine R′ différente de R, donnant des coefficients T′, U′, ... différents des premiers, donnera aussi des quantités θ qui différeront des précédentes. Or ces nouvelles quantités θ donneraient lieu à $1.2.3\ldots(m-2)$ nouveaux systèmes différents de ceux que l'on vient de considérer, et, puisqu'il ne peut y avoir que $1.2.3\ldots(m-2)$ systèmes de racines qui satisfassent à l'équation proposée, les nouveaux systèmes ne pourront y satisfaire. Il en résulte que les racines telles que R′ de l'équation auxiliaire ne jouissent pas des mêmes propriétés que la racine R, simple ou multiple : cette équation est réductible. Ainsi la quantité R, étant seule de son espèce parmi toutes les racines de l'équation auxiliaire, doit être donnée en réalité par une équation du premier degré; par suite, les coefficients

T, U, ... de l'équation résolvante sont des fonctions rationnelles des coefficients de l'équation proposée.

» Je n'ai parlé que des équations dont le degré est premier; mais Lagrange a démontré que, si m est composé de plusieurs facteurs premiers, la résolution de l'équation se ramène à la résolution de plusieurs équations de degrés premiers. Il en résulte que, dans tous les cas, les équations algébriques sont résolubles algébriquement.

» Ainsi, la méthode de Lagrange conduit à la *possibilité* de résoudre algébriquement les équations, contrairement à une opinion reçue. Pour terminer ce qui est relatif à cette possibilité, il reste maintenant à examiner les principales objections que l'on pourrait y faire, c'est-à-dire à examiner certaines propositions d'Abel. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients rationnels, dont la solution dépend de la quadrature d'une fonction rationnelle de la variable indépendante et d'un produit algébrique irrationnel.* Note de M. **Göran Dillner**, présentée par M. Hermite.

« Posons, dans la formule I([1]) (2),

$$(1) \qquad \mathfrak{B} = CB^{-1} = C(x-b_1)^{-\beta_1}\ldots(x-b_\nu)^{-\beta_\nu},$$

et, suivant I (3),

$$(2) \qquad \frac{\mathfrak{B}'}{\mathfrak{B}} = V \cdot\cdot V^{(r)} = -Y^{(r)};$$

soit, de plus, comme dans la formule I (8), $\beta_r = \frac{m_r}{n}$ ($r = 1, 2, \ldots, n$), où $m_1, \ldots, m_n$ sont des nombres entiers positifs ou négatifs dont au moins un soit premier avec n; alors, $p(x)^n$ étant une fonction rationnelle de x, $\mathfrak{B}$ sera une racine de l'équation suivante de degré n par rapport à $\mathfrak{B}$:

$$(3) \qquad \mathfrak{B}^n - p(x)^n = 0.$$

Donc, d'après un théorème connu, toute fonction rationnelle de x et $\mathfrak{B}$,

---

([1]) Le signe I se rapporte à ma Note insérée dans les *Comptes rendus* du 11 octobre.

$f(x, \mathfrak{B})$, peut se mettre sous la forme

$$(4) \qquad f(x, \mathfrak{B}) = A_1 \mathfrak{B}^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\mathfrak{B} + A_n,$$

où les coefficients $A_1, \ldots, A_n$ sont des fonctions rationnelles de x.

» Posons, au lieu de I (6),

$$(5) \qquad \eta = \int f(x, \mathfrak{B})\,dx = \int (A_1 \mathfrak{B}^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\mathfrak{B} + A_n)\,dx,$$

d'où l'on tire, à l'aide de la formule (2), les dérivées

$$(6) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \eta' = A_1 \mathfrak{B}^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\mathfrak{B} + A_n, \\ \eta'' = \mathfrak{B}^{n-1}[(n-1)A_1 V + A'_1] + \ldots + \mathfrak{B}(A_{n-1}V + A_{n-1}) + A_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right.$$

où les coefficients de $\mathfrak{B}^{n-1}, \ldots, \mathfrak{B}$, dans toutes les dérivées, sont des fonctions rationnelles de x. Donc, $\Phi_0, \Phi_1, \ldots, \Phi_n$ étant des fonctions rationnelles de x, l'équation transformée I (5) sera de la forme

$$(7) \qquad \mathfrak{B}^n \Phi_0 + \mathfrak{B}^{n-1}\Phi_1 + \ldots + \mathfrak{B}\Phi_{n-1} + \Phi_n = 0,$$

équation qui doit être identiquement satisfaite, d'où il suit que les équations

$$(8) \qquad \mathfrak{B}^n \Phi_0 + \Phi_n = 0, \quad \Phi_1 = \ldots = \Phi_{n-1} = 0$$

doivent aussi être identiquement satisfaites. Mais chacune de ces n équations contient un ou plusieurs des coefficients $p_1, \ldots, p_n$, qui seront déterminés comme des fonctions rationnelles de x. En faisant usage de la formule I (10) et en mettant, d'après (1), $\mathfrak{B}_r = C_r B^{-1}$, une solution particulière prend, suivant I (4) et I (5), la forme

$$(9) \qquad y_r = A e^{\int f(x, \mathfrak{B}_r)\,dx} = A e^{\int \left[A_1 \left(\frac{C_r}{B}\right)^{n-1} + \ldots + A_{n-1}\frac{C_r}{B} + A_n\right] dx} \quad (r = 1, 2, \ldots, n).$$

En observant que $C_1^r + \ldots + C_n^r = 0\,[r = 1, 2, \ldots, (n-1)]$, le produit de ces n solutions particulières aura la forme

$$(10) \qquad y_1 y_2 \ldots y_n = A^n e^{n\int A_n dx}.$$

» Pour une équation du second ordre, remarquons que, en posant $A_1 \mathfrak{B} = \frac{C}{B_1}$, où B_1 sera encore un produit algébrique de la forme I (2), les solutions particulières prendront la forme générale, l'indice de B étant supprimé,

$$y_1 = A e^{\int \left(\frac{C}{B} + A_2\right) dx} \quad \text{et} \quad y_2 = A e^{\int \left(-\frac{C}{B} + A_2\right) dx},$$

le produit des deux solutions étant en ce cas

$$y_1 y_2 = A^2 e^{2\int A_2 dx}.$$

» Les coefficients p_1 et p_2 de l'équation différentielle proposée $y'' + p_1 y' + p_2 = 0$ seront déterminés par les deux équations données dans ma première Note, après y avoir remplacé X′ par $X' + A_2$ et X″ par $X'' + A'_2$, c'est-à-dire par les équations

$$\left(\frac{C}{B}\right)^2 + p_2 + p_1(X' + A_2) + (X' + A_2)^2 + X'' + A'_2 = 0$$

et

$$p_1 - Y + 2(X' + A_2) = 0.$$

» *Remarque I.* — D'après ma deuxième Note, insérée dans les *Comptes rendus* du 26 octobre, on conclura que, l'indice de racine de la part irrationnelle du produit B étant inférieur à l'ordre n de l'équation différentielle proposée, le nombre de solutions particulières sera le même que cet indice, et qu'en ce cas les coefficients $p_1, \ldots, p_n$ pourront être déterminés de diverses manières par un nombre égal d'équations. Pour l'équation du second ordre, si l'on suppose que l'indice de racine soit 1, c'est-à-dire que le produit B ne contienne aucune irrationnalité, il n'y aura qu'une solution, et les coefficients $p_1, \ldots, p_n$ seront déterminés de diverses manières par l'équation (7), après y avoir posé $C = 0$, ou par l'équation

$$p_2 + p_1(X' + A_2) + (X' + A_2)^2 + X'' + A'_2 = 0,$$

où X est le logarithme d'un produit algébrique [I (2)] et A_2 une fonction rationnelle quelconque.

» *Remarque II.* — L'intégrale (9) est la plus générale possible *de ce genre* qui puisse engendrer une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels; car, s'il y en avait une plus générale, elle serait nécessairement de la forme

$$y = A e^{\int f(x, \mathfrak{B}) dx} \Sigma\psi(x) = e^{X + \log \Sigma\psi(x) + \int f(x, \mathfrak{B}) dx};$$

mais, si les fonctions $\psi(x)$ sont rationnelles, cette intégrale n'est pas plus générale que celle de la formule (9); si les fonctions ψ étaient d'une autre forme, par exemple de la forme exponentielle ou irrationnelle, les coefficients $p_1, \ldots, p_n$ contiendraient des fonctions exponentielles ou irrationnelles, et l'équation I (1) ne serait plus une équation à coefficients rationnels. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions uniformes d'une variable, liées par une relation algébrique.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une précédente Communication (26 juillet 1880), j'ai montré que, si deux fonctions uniformes d'une variable z, à discontinuités exclusivement polaires, sont liées par une équation hyperelliptique, cette dernière ne doit pas avoir un degré supérieur au quatrième, et l'on trouve alors facilement les formes possibles des deux fonctions. Considérons maintenant d'une manière générale deux fonctions uniformes u et v, liées par la relation algébrique irréductible de degré m

$$F(u, v) = 0. \tag{I}$$

» Examinons d'abord le cas où la courbe représentée par l'équation (I) serait unicursale. On peut alors exprimer rationnellement u et v au moyen d'un paramètre, et cela de telle manière qu'à un système de valeurs de u et v ne corresponde qu'une seule valeur du paramètre. Celui-ci sera alors une fonction uniforme de la variable, et l'on aura par suite, pour u et v, les formes suivantes :

$$(\mu) \qquad \begin{cases} u = \varphi\,[R(z)], \\ v = \varphi_1[R(z)], \end{cases}$$

φ et φ_1 étant des fonctions rationnelles, et $R(z)$ une fonction uniforme.

» Abordons maintenant le cas général. Nous supposerons, comme on le fait dans la théorie des fonctions abéliennes, que l'équation (I) contienne un terme de degré m par rapport à v, et que le rapport $\frac{v}{u}$ ait m valeurs finies et distinctes pour $u = \infty$.

» Soit

$$\int \frac{f(u, v)\,du}{F'_v(u, v)}$$

une intégrale abélienne de première espèce relative à l'équation (I), $f(u, v)$ désignant un polynôme convenable de degré $m - 3$. J'envisage l'expression

$$\frac{f(u, v)\dfrac{du}{dz}}{F'_v(u, v)}, \tag{II}$$

qui est manifestement, comme u et v, une fonction uniforme de z; mais il y a plus : nous allons montrer que cette fonction est une fonction entière. Examinons d'abord ce qu'elle devient pour un pôle $z = \alpha$ de u. Dans le voisinage de u infini on aura, puisque l'intégrale considérée est de première espèce,

$$\frac{f(u, v)}{F'_v(u, v)} = \frac{M}{u^m},$$

M prenant une valeur finie et différente de zéro pour $u = \infty$, et l'entier m étant égal ou supérieur à 2. Si n est le degré de multiplicité du pôle α, on aura alors

$$\frac{f(u, v)\dfrac{du}{dz}}{F'_v(u, v)} = (z - \alpha)^{(m-1)n-1}\,P(z - \alpha),$$

et, par suite, l'expression ne devient pas infinie pour $z = \alpha$.

» Soit maintenant z_0 une valeur de z telle que la valeur correspondante u_0 de u soit un point critique de la fonction algébrique v de u définie par l'équation (I). A une valeur de z voisine de z_0 correspondent une valeur de u et une valeur de v qui fait partie d'un certain système circulaire de racines de l'équation (I) relatif au point critique u_0. Soit p son degré; on voit de suite que $z = z_0$ devra être une racine de l'équation $u = u_0$, avec un degré de multiplicité égal à p ou un multiple λp de p. On a d'ailleurs, dans le voisinage de $u = u_0$,

$$\frac{f(u, v)}{F'_v(u, v)} = \frac{M}{(u - u_0)^{\frac{q}{p}}},$$

M prenant une valeur finie et différente de zéro pour $u = u_0$, et l'entier q étant inférieur à p. On aura donc

$$\frac{f(u, v)\dfrac{du}{dz}}{F'_v(u, v)} = (z - z_0)^{\lambda(p-q)-1}\,P(z - z_0).$$

Il est donc bien établi que l'expression (II) est une fonction entière, que je désigne par G(z). On en déduit par l'intégration

$$\text{(III)} \qquad \int_{u_0}^{u} \frac{f(u, v)\,du}{F'_v(u, v)} = \int_{z_0}^{z} G(z)\,dz = G_1(z),$$

$G_1(z)$ étant, comme G(z), une fonction entière. L'équation (III) constitue une relation entre les fonctions uniformes u et G_1. Mais une pareille

relation est impossible si le nombre caractéristique ordinairement désigné par p, relatif à l'équation (I), est supérieur à l'unité. On montre en effet facilement que dans ce cas, pour une valeur quelconque donnée à u, z pourrait prendre deux valeurs différant aussi peu que l'on voudrait, conclusion inadmissible. Nous supposerons donc $p = 1$, et la relation (III) montre immédiatement que u est une fonction doublement périodique $F[G_1(z)]$ de la fonction entière $G_1(z)$.

» A cause de la relation

$$\frac{du}{F'_v(u, v)} = - \frac{dv}{F'_u(u, v)},$$

on aura

$$\int_{v_0}^{v} \frac{f(u, v)\,dv}{F'_u(u, v)} = - G_1(z),$$

et par suite v sera, comme u, une fonction doublement périodique aux mêmes périodes de $G_1(z)$.

» *Ainsi, en résumé, le genre de la relation algébrique* (I) *doit être égal à zéro ou à l'unité. Dans le premier cas u et v sont de la forme* (μ), *et l'on a dans le second*

$$u = F[G_1(z)], \quad v = F_1[G_1(z)],$$

F *et* F_1 *étant des fonctions doublement périodiques aux mêmes périodes, et* $G_1(z)$ *une fonction entière*. J'indiquerai dans une Communication prochaine une application de ce théorème relative à l'intégration de certaines équations différentielles. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'application du photophone à l'étude des bruits qui ont lieu à la surface solaire.* Note présentée par M. Janssen au nom de M. ALEX. GRAHAM BELL.

« En visitant l'observatoire de Meudon, où il avait été invité par M. Janssen, M. Graham Bell a examiné avec beaucoup de soin les grandes photographies qu'on y fait pour l'étude de la surface solaire. M. Janssen lui ayant fait connaître qu'il constatait des mouvements d'une rapidité prodigieuse dans la matière photosphérique, M. Bell eut alors l'idée d'employer le photophone à la reproduction des bruits qui doivent nécessairement se produire à la surface de l'astre en raison de ces mouvements. M. Janssen trouva l'idée très belle et engagea M. Bell à en tenter la réalisation à

Meudon même, mettant tous les instruments de l'observatoire à sa disposition.

» Le temps s'étant montré très beau samedi dernier, M. Bell vint à Meudon en vue de cette expérience. Une grande image solaire de $0^{m},65$ de diamètre fut explorée avec le cylindre au sélénium. Les phénomènes n'ont pas paru assez marqués pour pouvoir affirmer le succès; mais M. Bell ne désespère pas de réussir par de nouvelles études.

» En discutant les conditions qui seraient propres à assurer le succès, M. Janssen a émis l'idée qu'on augmenterait singulièrement les chances de réussite si, au lieu d'interroger directement l'image solaire, où les variations qui se produisent, quoique répondant à des changements considérables à la surface du Soleil, ne sont pas assez rapides dans nos instruments, même les plus puissants, pour déterminer dans l'appareil photophonique la production de bruits perceptibles, on faisait passer avec une rapidité convenable, devant un objectif qui donnerait les images conjuguées sur l'appareil à sélénium, ou tout autre, une série de photographies solaires d'une même tache, par exemple, prises à des intervalles suffisamment grands pour obtenir des variations très notables dans la constitution de la tache. Ce serait en quelque sorte le moyen de condenser en un temps aussi court qu'on voudrait des variations qui, dans les images solaires, sont beaucoup trop lentes pour donner naissance à un bruit, par l'action de la *pile photophonique*.

» M. Janssen s'est mis à la disposition de M. Bell pour lui donner les photographies solaires convenables à la réalisation de cette idée; de son côté, M. Bell a eu la gracieuseté de proposer à M. Janssen de lui envoyer les appareils photophoniques qu'il pourrait désirer pour atteindre le même but.

» Il a paru à M. Janssen que l'idée de chercher à reproduire sur terre les bruits causés par les grands phénomènes de la surface solaire était trop belle et trop importante, pour que son auteur ne s'en assurât pas immédiatement la priorité. C'est dans cette pensée que M. Janssen a engagé M. Bell à cette publication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation de la mannite.* Note de M. **J.-A. Pabst**, présentée par M. Wurtz.

« La mannite, comme l'ont montré les travaux de M. Berthelot, est un alcool hexatomique dérivé de l'hydrure d'hexyle par la substitution, six fois répétée, de l'hydroxyle à l'hydrogène, dans six résidus forméniques différents. Mais l'hydrure d'hexyle peut exister sous cinq formes différentes; on connaît en effet :

» L'hydrure normal $CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2, CH^3$ bouillant à 69-70°; l'éthylisobutyle de M. Wurtz, ou propylisopropyle $CH^3, CH^2, CH^2, CH(CH^3)^2$ bouillant à 62°; le diéthyléthane de M. Le Bel $CH^3\text{-}CH^2\text{-}\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}}\text{-}CH^2\text{-}CH^3$ bouillant vers 50°; le diisopropyle $(CH^3)^2CH\text{-}CH(CH^3)^2$ bouillant à 58°; enfin le triméthyléthylméthane $(CH^3)^3C\text{-}CH^2CH^3$ bouillant à 45°.

» MM. Wanklyn et Erlenmeyer, en traitant la mannite par l'acide iodhydrique, avaient obtenu l'hydrure normal et un iodure d'hexyle différent de ceux connus jusqu'alors, correspondant à un alcool β-hexylique, qui, par oxydation, fournissait une acétone; cette dernière, avec l'acide chromique, donnait les acides butyrique, carbonique et acétique, d'où l'on concluait que la formule de l'alcool β-hexylique était

$$CH^3, CH^2, CH(OH)CH^2CH^2CH^3.$$

Mais la synthèse de cet alcool, accomplie par M. Oechsner, a montré que par ses propriétés il différait entièrement de l'alcool β-hexylique.

» En outre, la mannite fondue avec la potasse donnait les acides propionique, acétique et formique; M. Wurtz avait constaté [1] l'identité de l'iodure d'hexyle, dérivé de l'hexylène obtenu par l'alcool amylique et le chlorure de zinc, avec l'iodure de β-hexyle. M. G. Bouchardat, dans ses belles recherches sur la mannite, avait obtenu en même temps les alcools β-hexylique et isopropylique; de plus, par l'acide iodhydrique il avait transformé la mannite en un hydrure d'hexyle bouillant à 58-62°; il était donc probable que la mannite dérivait d'un hydrocarbure à chaîne latérale. J'ai pu confirmer cette hypothèse et obtenir avec la mannite un acide tribasique. Voici comment j'opère :

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. III, p. 180.

» Je dissous dans 1^{lit} d'eau 40^{gr} de mannite et 100^{gr} de carbonate de potasse ou de bicarbonate de soude, et dans cette solution je verse lentement, et en refroidissant, 3^{lit} d'eau renfermant 120^{gr} de permanganate de potasse. L'oxydation s'accomplit instantanément, avec un dégagement considérable de chaleur; je filtre, je sursature par l'acide acétique et j'ajoute quelques centimètres cubes d'acétate de chaux; je précipite ainsi une petite quantité d'acides oxalique et tartrique, qui s'est formée. Je siphonne le liquide et je le précipite complètement par l'acétate de chaux en excès. J'obtiens ainsi de 15^{gr} à 25^{gr} d'un sel blanc, insoluble dans l'eau, la potasse caustique et l'acide acétique, même cristallisable et bouillant, soluble dans l'acide chlorhydrique; l'acétate de soude et les alcalis le précipitent de cette solution; au microscope il offre les caractères cristallographiques et optiques de l'oxalate de chaux. Son analyse a donné pour 100 :

				Théorie.
CaO	29,5	29,5	30,9	29,9

» Dans le dernier cas, le sel renfermait 4 pour 100 de carbonate de chaux, qui s'était produit malgré la présence de l'acide acétique et probablement par suite de la proportion trop faible de cet acide.

» J'ai transformé le sel de chaux en sel ammoniacal en le dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu, ajoutant du sulfate d'ammoniaque en quantité pesée ($3^{éq}$) et filtrant; le liquide a été évaporé à sec, et le résidu additionné d'ammoniaque et séché; par la cristallisation dans l'alcool j'ai obtenu un sel qui m'a donné à l'analyse :

		Calcul.
C	26,56	26,37
H	5,4	5,49
AzH^3	16,24	16,43

Il est soluble dans l'eau et l'alcool bouillant; l'alcool froid en dissout 2 pour 100 à 15°.

» J'ai préparé de même un sel acide de potasse, que je n'ai pu analyser, en ayant une trop petite quantité, et qui m'a offert les caractères suivants : il déplace l'acide acétique de ses sels à l'ébullition; il ne précipite les sels de chaux qu'après addition d'acétate de soude ou d'un alcali. Le précipité se produit même en présence d'une grande quantité de sels ammoniacaux ou de potasse caustique; il ne précipite pas, même en liqueur neutre, les sels de nickel, de glucine et d'alumine.

» J'ai essayé de préparer l'acide libre en précipitant le sel ammoniacal

par l'acétate de plomb, et décomposant le sel plombique par l'hydrogène sulfuré; mais, en évaporant le liquide au bain-marie, j'ai observé un dégagement d'acide carbonique, indiquant la décomposition de l'acide libre. En résumé, il est permis d'affirmer que la mannite donne par oxydation un acide tribasique de la formule $C^6H^8O^9$. J'ai cherché quels étaient les produits qui se formaient en même temps; j'ai précipité le liquide, renfermant un excès d'acétate de chaux, par l'acétate de plomb; le sel qui se dépose renferme 67,81 pour 100 de plomb métallique; la liqueur filtrée précipite encore par le sous-acétate de plomb. Les corps ainsi précipités, débarrassés du plomb par l'acide sulfurique très étendu, réduisent à froid la liqueur de Fehling et paraissent très voisins des corps que j'ai obtenus en oxydant la mannite par l'acide chromique ou par le permanganate en présence d'acide sulfurique. Je n'ai pu isoler aucun corps volatil.

» Étant donné que la mannite donne par oxydation un acide tribasique, et par conséquent qu'elle possède une chaîne latérale, on peut se demander de quel hydrure d'hexyle elle dérive. Nous savons, par les travaux de M. G. Bouchardat, que ce carbure bout à 58°-62°; ce ne pourrait être que l'éthylisobutyle ou le diisopropyle, mais ce dernier ne peut fournir d'acétone : il est donc probable que la mannite dérive de l'éthylisobutyle et qu'elle a pour formule

$$CH^2,OH\text{-}CHOH\text{-}CH,OH\text{-}COH\text{-}(CH^2OH)^2.$$

Alors mon acide nouveau aurait pour formule

$$CO^2H\text{-}CHOH\text{-}CHOH\text{-}COH\text{-}(CO^2H)^2.$$

» Si l'acide citrique dérive du diéthyléthane et a pour formule

$$\begin{array}{c} CO^2H\text{-}CH^2\text{-}\underset{|}{C}OH\text{-}CH^2\text{-}CO^2H, \\ CO^2H \end{array}$$

qu'en un mot il est l'acide β-oxycarballylique, on voit que l'acide nouveau dérive également de la glycérine, mais par suite de la substitution de deux groupes carboxyliques dans le même groupe carboné : c'est ce que montre la formule suivante :

$$\begin{array}{lll} CH^2OH & CH^2\,CO^2H & CH,(CO^2,H)^2 \\ \quad | & \quad | & CH,OH \\ CHOH & COH,CO^2H & CH^2,CO^2H \\ \quad | & \quad | & \\ CH^2OH & CH^2,CO^2H & \end{array}$$

» Si l'on adoptait le nom d'*acide isocitrique* pour ce dernier acide, celui de la mannite pourrait être nommé acide *dioxyisocitrique* (¹). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les ferments des matières albuminoïdes.* Note de M. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« Les modifications de propriétés et de goût qui amènent la maturation des fromages, et que j'ai étudiées dans une Communication antérieure (*Comptes rendus,* t. LXXXV), ne sont pas des phénomènes spontanés : elles s'accomplissent sous l'action d'un certain nombre de ferments, qui ont pour caractère de s'attaquer à peu près exclusivement aux matières albuminoïdes. Ces êtres sont encore peu connus. Ce sont eux pourtant qui, dans la nature, président aux migrations de l'azote, font et défont les fumiers, sont présents toutes les fois qu'une plante pousse ou qu'un tissu vivant se désorganise. Les ayant rencontrés dans mon travail sur les fromages, j'ai cru devoir les étudier individuellement, après les avoir isolés par les procédés culturaux que M. Pasteur a appris à mettre en œuvre.

» La principale difficulté de cette étude est la multiplicité des espèces, dont il existe certainement plus d'une centaine. Sur ce nombre, il n'y en a guère qu'une vingtaine que je connaisse bien actuellement.

» Par les bien connaître, je n'entends pas seulement en avoir dessiné les formes ou mesuré les dimensions : ce sont là des caractères secondaires, tant ils subissent de variations; j'entends snrtout connaître les conditions physiologiques d'existence de ces ferments, leur nature aérobie ou anaérobie, les aliments qu'ils préfèrent ou dont ils se contentent, les transformations chimiques qu'ils amènent dans le milieu où ils vivent, la température qui leur convient le mieux, celle à laquelle ils périssent. Tout cela n'est pas de trop pour les caractériser. Il y a même des cas où il faut avoir recours, pour décider de l'identité ou de la différence de deux êtres pour lesquels tout ce qui précède est commun, à des comparaisons minutieuses et à des cultures répétées dans des milieux variés. Cohn a dit qu'il y avait peut-être, dans le monde des infiniment petits, des êtres se ressemblant autant que les amandiers à amandes douces et amères. Je donne, je crois, dans mon Mémoire, la première preuve de cette assertion.

» En présence de la multitude d'espèces que j'ai rencontrées, les classi-

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

fications actuelles ne pouvaient m'être d'aucun secours. Pour donner une idée de la confusion qu'elles autorisent, je dirai qu'en restant fidèle à leurs diagnoses j'aurais pu appliquer le nom déjà trop employé de *Bacillus subtilis* à la moitié au moins des espèces que j'ai isolées. J'ai même cru devoir abandonner la distinction des genres, comme reposant jusqu'ici sur des caractères trop incertains. J'ai donné à mes ferments des noms provisoires, choisis en dehors de tout système, et mon Mémoire se compose d'une série de monographies. Néanmoins, quelques traits généraux se dégagent de ces études ; je les résume brièvement.

» Les ferments des matières albuminoïdes sont aérobies ou anaérobies, ou à la fois l'un et l'autre. Cultivés dans du lait, ils transforment la caséine en albumines solubles, de constitution très voisine, sinon identique, et ne pourraient guère être distingués sous ce rapport. Mais ce que les aérobies font par une action lente et régulière, les anaérobies l'accomplissent en dégageant de l'acide carbonique et de l'hydrogène, dont une portion devient de l'hydrogène sulfuré ou même des *phosphures d'hydrogène*. Aussi la masse prend une odeur et une saveur putrides.

» On peut conclure de là que les anaérobies sont redoutables quand ils interviennent dans la fabrication du fromage, et l'on comprend que la pratique ait été amenée, d'une façon inconsciente, à favoriser la prédominance des aérobies, en donnant, aux fromages dont elle veut pousser très loin la maturation et l'affinage, les formes de tables plates ou de cylindres allongés, ce qui augmente le rapport de la surface au volume.

» En outre des albumines solubles provenant de la caséine, on trouve dans les liquides où ont vécu ces ferments des produits divers : quelquefois des alcools, de l'acide oxalique avec les mucédinées, et avec les ferments des sels ammoniacaux à acides gras, du carbonate d'ammoniaque, de la leucine, de la tyrosine et d'autres amides cristallisables, parmi lesquelles je dois signaler l'urée.

» On reconnaît là les produits normaux de la transformation des matières albuminoïdes soit dans les profondeurs de l'organisme, soit dans la digestion. C'est que la digestion est, pour une bonne part, une fermentation complexe. Tous les êtres que j'ai étudiés peuvent être retrouvés déjà en pleine activité dans l'estomac, et, s'ils y sont, en général, primés par les cellules de la muqueuse, leur nombre et leur influence croissent tellement, à mesure que la digestion s'avance, que tout ce qu'on sait sur ce phénomène est à reprendre, en tenant compte de cet élément nouveau.

» Mais l'analogie que je viens de signaler a des causes plus profondes

encore. Comme ces cellules, les ferments figurés sécrètent des ferments solubles, qui viennent s'ajouter à ceux de l'organisme et ne sont pas moins multipliés qu'eux.

» Par exemple, et pour nous en tenir au lait, tous les êtres qui vivent dans ce liquide produisent, en proportions plus ou moins grandes et variables d'une espèce à l'autre, deux sortes de ferments solubles : une présure analogue à celle de l'estomac du veau, qui coagule la caséine et respecte ensuite presque absolument le caséum formé; puis une sorte de pepsine qui transforme la caséine du lait, coagulée ou non, en une sorte de peptone soluble dans l'eau.

» C'est ce dernier ferment qui est le plus intéressant. Il transforme, en quelques minutes, le lait écrémé en un liquide transparent et homogène, de couleur moins foncée que le petit-lait; avec le lait normal, il y a, en plus, une couche de crème. Dans les deux cas, la caséine a disparu en tant que caséine, et l'on peut remarquer, à ce propos, que c'est surtout à elle, et non pas seulement aux globules gras, que le lait doit sa couleur blanche. La crème lui donne seulement de l'opacité.

» A quoi est due cette transformation de la caséine en albumine? A un simple phénomène d'hydratation, sans aucun doute, si l'on se rapporte à toutes les actions connues des diastases. Ainsi se trouve confirmée, au moins pour la caséine, une idée émise il y a longtemps par M. Dumas au sujet des matières albuminoïdes en général, idée qui avait été abandonnée et avait été remplacée, pour la caséine, par des théories diverses dont aucune ne résiste à la constatation du simple fait que je viens de signaler.

» Ce lait transparent a une saveur peu différente de la saveur normale du lait, et, comme il est désormais incoagulable et peut être absorbé en nature par l'estomac, il trouvera peut-être un emploi utile. Mais je laisse de côté cette question. Chargé par le Ministère de l'Agriculture d'une mission relative à l'étude des fromages, c'est ce sujet seul que j'ai voulu aborder tout d'abord.

» Je n'ai pas besoin de dire que, là aussi, les ferments solubles jouent un rôle. Ce sont eux qui se diffusent dans la pâte, l'assouplissent et la transforment. S'ils étaient seuls, le produit obtenu serait peu savoureux. Alors interviennent les substances plus sapides et plus odorantes, résultant du développement et de la vie des ferments figurés. Un fromage est *fait*, quand il contient, dans une proportion convenable, ces deux catégories d'éléments. Si, par les derniers, il est un excitant de l'appétit et de l'estomac, il

est, par les premiers, un aliment à moitié digéré, apportant à la masse commune un excédent de ferments solubles et de ferments figurés.

» Il ne serait pas difficile de montrer que les procédés si divers de l'industrie fromagère sont, dans leurs traits généraux, en complet accord avec ce qui précède; mais je réserve ce sujet pour une autre Communication. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'inoculation du charbon symptomatique par injection intra-veineuse, et de l'immunité conférée au veau, au mouton et à la chèvre par ce procédé.* Note de MM. ARLOING, CORNEVIN et THOMAS, présentée par M. Bouley.

« I. Le 31 mai dernier, nous présentions à l'Académie une Note où nous prouvions, par une série d'expériences, que la tumeur du *charbon symptomatique du bœuf* (Chabert) renferme un microbe qui la rend inoculable à plusieurs espèces (veau, mouton, chèvre, etc.), et qui diffère du *Bacillus anthracis* par ses caractères objectifs et par la manière dont il se comporte lorsqu'il est inséré dans le tissu conjonctif sous-cutané et intramusculaire. Depuis cette époque, nous avons constaté un autre caractère différentiel important entre le microbe du charbon symptomatique et celui du sang de rate.

» On sait que le *Bacillus anthracis* tue les animaux non réfractaires quand il est introduit expérimentalement dans le sang. M. Toussaint a même démontré que la mort des sujets d'expérience survient d'autant plus vite que le nombre des bactéridies injectées est plus considérable. Le microbe du charbon symptomatique se comporte autrement. Si, après l'avoir mis en suspension dans l'eau distillée et débarrassé de toutes particules emboliques, on l'injecte dans la veine jugulaire du veau, du mouton et de la chèvre, les animaux survivent toujours à cette inoculation, pourvu que l'on ait pris toutes les précautions nécessaires pour ne pas déposer le microbe dans le tissu cellulaire ambiant ou dans les parois de la veine (1). Les sujets inoculés ne présentent pas de tumeurs charbonneuses; ils

(1) La quantité de dilution employée a varié de $0^{cc},5$ à 4^{cc} sur le mouton, de 2^{cc} à 12^{cc} sur le veau. Nous poursuivons des essais dans le but de déterminer la richesse des dilutions en microbes et la quantité minimum nécessaire pour conférer l'immunité et pour reproduire la tumeur dans les masses musculaires.

montrent simplement un malaise plus ou moins grand, accompagné d'inappétence et de fièvre (la température s'élève de 1°,9 au maximum), et ces symptômes généraux durent seulement un, deux ou trois jours; ils disparaissent, en général, plus rapidement chez le veau et la chèvre que chez le mouton.

» Le résultat a été constant, que le microbe ait été pris dans la tumeur spontanée ou dans la tumeur reproduite expérimentalement. L'activité du microbe était toujours essayée à l'aide d'une ou plusieurs inoculations intra-musculaires faites sur des sujets témoins.

» Le microbe de la tumeur du charbon symptomatique paraît donc épuiser rapidement son activité dans le sang, et, à ce point de vue, il se différencie nettement du *Bacillus anthracis*. De plus, introduit dans ce milieu, il ne reproduit pas la maladie avec ses caractères naturels.

» II. Ces faits étant constatés, nous nous sommes demandé si les animaux qui résistent à l'inoculation intra-veineuse n'ont pas, *ipso facto*, acquis l'immunité, comme M. H. Bouley et M. Chauveau l'ont observé pour la péripneumonie contagieuse du bœuf. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons injecté le microbe dans les muscles des sujets qui l'avaient reçu en injection intra-veineuse cinq, huit, dix, quinze ou vingt jours auparavant. Or aucune de ces inoculations, faites jusqu'à présent sur trois veaux, cinq moutons et une chèvre, n'a engendré la tumeur charbonneuse. Le produit inoculé a provoqué la formation d'un abcès dans lequel le microbe conserve son activité.

» Il est donc évident que l'introduction du microbe de la tumeur du charbon symptomatique dans le sang confère au veau, au mouton et à la chèvre l'immunité contre les effets désastreux de l'inoculation intra-musculaire. Cette immunité n'est effective qu'après l'apparition des troubles éphémères qui suivent l'injection, car, si l'on fait simultanément une inoculation intra-veineuse et une inoculation dans la gaîne cellulaire de la veine, le sujet est emporté par les accidents locaux, qui se développent avec la rapidité ordinaire.

» Une première injection nous a paru prémunir les animaux contre les effets passagers d'une injection ultérieure. Ainsi, un veau qui avait reçu une première injection de 4^{cc} n'a pas montré le moindre trouble de la santé à la suite d'une seconde injection intra-veineuse de 12^{cc}. Nous avons encore observé que l'immunité semble croître avec le nombre des inoculations d'épreuve. Tel veau a été inoculé quatre fois du 3 juin au 24 août;

les accidents locaux produits par les inoculations furent d'abord assez intenses, puis finirent par être nuls.

» S'il était démontré que le microbe, au moment où il infecte naturellement les jeunes bovidés, est dans le même état que celui de la tumeur, l'injection intra-veineuse constituerait un procédé de vaccination extrêmement précieux dans les contrées où le charbon symptomatique fait de grands ravages. Cette démonstration reste à faire; il serait néanmoins utile de voir empiriquement, dès à présent, si les veaux vaccinés de cette façon résisteraient au sein de foyers infectieux. Nous allons instituer des expériences dans cette direction. »

M. **Maurice Robin** adresse une Note relative à la théorie de la nutrition animale.

M. **A. Barthélemy** adresse une Note relative aux particularités offertes par la végétation des jacinthes, lorsque la plante est entièrement immergée dans l'eau.

M. **R. Arnoux** adresse une Note relative aux expériences de photophonie de M. Graham Bell.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 NOVEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation du diméthyle, et sur ses relation avec les séries méthylique et éthylique;* par M. **Berthelot**.

« I. *Chaleur de formation.* — Le diméthyle, ou hydrure d'éthylène, constitue le lien, à la fois théorique et expérimental, entre la série méthylique, vis-à-vis de laquelle il joue le rôle de radical par sa formule et son origine, et la série éthylique, qu'il développe par des transformations méthodiques. Entre le formène et le diméthyle, les réactions pyrogénées établissent même l'existence de certains équilibres mobiles, où ces deux corps s'engendrent réciproquement.

» J'ai mesuré, il y a quelque temps, les chaleurs de formation de divers carbures d'hydrogène, en les tirant de leurs chaleurs de détonation ([1]). Ayant trouvé celle-ci égale à $+ 388^{Cal},8$ pour le diméthyle, il en résultait $+ 6^{Cal},2$ pour la chaleur dégagée dans la formation de ce carbure par les éléments. Quelque doute s'étant élevé dans mon esprit sur l'exacti-

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1243 et 1245.

tude de cette valeur, qui me semblait trop faible, j'ai cru devoir faire deux nouvelles déterminations de la chaleur de combustion du diméthyle, et j'ai trouvé : + 389,6 et + 389,9; en moyenne : + 389,75 à pression constante. Ce chiffre concorde avec la première mesure. J'adopterai la moyenne commune : + 389,3.

» Pour obtenir des chiffres aussi élevés, il convient d'employer le gaz de l'électrolyse des acétates, soigneusement purifié d'éthylène (par le brome) et d'oxyde de carbone [par l'emploi d'un volume de chlorure cuivreux acide égal ([1]) à celui du mélange gazeux et agité quelque temps avec lui sur le mercure]. L'oxyde de carbone accompagne communément le diméthyle, et sa présence, facile à méconnaître, est particulièrement nuisible : chaque centième de diméthyle remplacé par un volume équivalent d'oxyde de carbone abaisse la chaleur de combustion de $2^{Cal},5$, lorsqu'on la calcule d'après le poids de l'acide carbonique. J'ai vu ainsi, dans des expériences où je n'avais pas soupçonné d'abord la présence de l'oxyde de carbone, la chaleur de combustion apparente tomber jusqu'à $+364^{Cal}$; pour remonter avec le même gaz, purifié cette fois d'oxyde de carbone, jusqu'à $+390^{Cal}$. J'ai pris soin, comme dernier contrôle, de transporter sur le mercure les gaz de la combustion et de vérifier que l'absorption de l'acide carbonique (par la potasse) et celle de l'oxygène excédant (par l'hydrosulfite) ne laissent subsister aucune trace d'oxyde de carbone, d'hydrogène ou d'autre gaz combustible.

» Ainsi j'adopterai, pour la chaleur de combustion du diméthyle, le chiffre 389,3. On en tire la chaleur de formation définitive

$$2(C^2 \text{ diamant} + H^3) = (C^2H^3)^2, \text{ dégage} \ldots \quad +5^{Cal},7.$$

» Voici les chaleurs de formation des principaux composés méthyliques et éthyliques, telles qu'elles résultent de mes expériences :

Nom du composé.	Éléments.	Formule.	Chaleur dégagée. État gazeux.	Chaleur dégagée. État liquide.
Formène (hydrure de méthyle)......	$C^2(\text{diam.}) + H^4$	C^2H^4	+ 18,5	»
Diméthyle.....................	$2(C^2 + H^3)$	$(C^2H^3)^2$	+ 2,85 × 2	»
Diméthylène (éthylène)............	$2(C^2 + H^2)$	$(C^2H^2)^2$	− 7,7 × 2	»
Protohydrure de carbone (acétylène)..	$2(C^2 + H)$	$(C^2H)^2$	− 30,5 × 2	»

([1]) L'emploi d'un volume moindre de réactif, ou le simple passage du gaz au travers, ne donne lieu qu'à une séparation imparfaite de l'oxyde de carbone.

Nom du composé.	Éléments.	Formule.	Chaleur dégagée. État gazeux.	État liquide.
Éther méthylchlorhydrique	$C^2 + H^3 + Cl$	C^2H^3Cl	+ 28,5	»
Éther méthylbromhydrique	$C^2 + H^3 +$ Br gaz	C^2H^3Br	+ 17,1	»
Éther méthyliodhydrique	$C^2 + H^3 +$ I gaz	C^2H^3I	+ 14,2	{ + 20,7 / I sol. + 15,3
Éther méthylique	$2(C^2 + H^3 + O)$	$(C^2H^3O)^2$	+ 25,4 × 2	»
Alcool méthylique (d'après F. et S.)	$C^2 + H^4 + O^2$	$(C^2H^4O^2)$	+ 53,6	+ 62,0
Éther éthylchlorhydrique	$C^4 + H^5 + Cl$	C^4H^5Cl	+ 38,5	»
Éther éthylbromhydrique	$C^4 + H^5 +$ Br gaz	C^4H^5Br	+ 31,0	{ + 37,7 / Br liq. + 33,7
Éther éthyliodhydrique	$C^4 + H^5 +$ I gaz	C^4H^5I	+ 22,8	{ + 29,3 / I sol. + 24,9
Éther éthylique	$2(C^4 + H^5 + O)$	$(C^4H^5O)^2$	+ 32,6 × 2	+ 36,0 × 2
Alcool éthylique	$C^4 + H^6 + O^2$	$C^4H^6O^2$	+ 60,7	+ 70,5

» II. *Relations entre le diméthyle et les composés méthyliques.* — 1. Ces relations sont exprimées surtout par des analyses, ou séparation d'éléments. La transformation du formène en diméthyle a lieu par séparation d'hydrogène et suivant les mêmes rapports de volume que la décomposition des hydracides :

$$2C^2H^4 = (C^2H^3)^2 + H^2,\ \text{absorbe} \ldots\ldots\ldots\ -31^{Cal},3.$$

» Cette transformation s'effectue réellement vers le rouge entre les gaz libres, comme je l'ai établi par mes expériences, et elle a lieu alors, de même que les dissociations, en vertu de l'énergie calorifique. La chaleur ainsi absorbée n'est pas fort éloignée de celle qui répond à la décomposition du gaz bromhydrique, suivant les mêmes rapports de volume :

$$2HBr = Br^2\,\text{gaz} + H^2,\ \text{absorbe} \ldots\ldots\ldots\ -27^{Cal},0.$$

» Comparons de plus près ces deux réactions. Elles ont lieu également au rouge et elles sont limitées l'une et l'autre par des réactions inverses et effectives : dissociation simple, réversible d'une façon immédiate dans le cas du gaz bromhydrique, où il n'existe qu'un seul composé ; tandis qu'elle est plus complexe dans le cas du formène, en raison de l'existence des quatre hydrures de carbone fondamentaux (formène, diméthyle, diméthylène, acétylène), formés suivant la loi des proportions multiples. Chacun est formé avec absorption de chaleur aux dépens de celui qui le précède, mais ils sont liés entre eux par un équilibre pyrogéné réversible, en vertu

duquel les quatre carbures coexistent et se régénèrent réciproquement à la température rouge [1].

» 2. Poussons plus loin ces comparaisons entre le diméthyle et les radicaux simples, et évaluons la chaleur absorbée par la séparation des éléments halogènes, chlore, brome, iode, aux dépens des composés méthyliques; il s'agit toujours de réactions réelles, car la régénération du diméthyle peut être effectuée par les métaux, et elle est dès lors assimilable, à certains égards, à la décomposition d'un chlorure, d'un bromure, d'un iodure métallique.

$2(C^2H^3Cl - Cl) = (C^2H^3)^2$, absorbe.......... $-25,6 \times 2$
$2(C^2H^3Br - Br) = (C^2H^3)^2$, absorbe.......... $-14,2 \times 2$
$2(C^2H^3I \;\; - I) = (C^2H^3)^2$, absorbe.......... $-11,3 \times 2$

Ces chiffres, tous relatifs à l'état gazeux, rappellent encore la chaleur absorbée dans la décomposition des hydracides, suivant les mêmes rapports de volumes, soit : $-22,0 \times 2$ pour $2HCl$; $-13,5 \times 2$ pour $2HBr$; $-1,6$ seulement pour $2HI$. Ils sont à peine inférieurs à la chaleur absorbée par la décomposition des chlorure, bromure, iodure d'argent (29,0; 27,7; 19,7 par équivalent), et plus voisins encore de la chaleur absorbée par la mise en liberté de poids équivalents des corps halogènes aux dépens des composés du phosphore (23; 14,2; 3,5), ou de l'arsenic (20,3; 15,7; 4,2).

» 3. Étendons les mêmes rapprochements à la séparation de l'oxygène aux dépens de l'oxyde de méthyle, séparation qui n'a pas lieu cette fois d'une manière directe.

$$2(C^2H^3O - O) = (C^2H^3)^2, \text{ absorberait} \ldots \quad -44,1 \text{ ou } -22,0 \times 2$$

chiffre un peu inférieur à la décomposition de l'eau gazeuse (— 59) et voisin de la chaleur de décomposition des oxydes de plomb (25,5), de cuivre (21 et 19,2), de mercure (21 et 15,8), pour chaque équivalent d'oxygène.

» 4. Enfin la séparation de ce radical composé fictif, que l'on admet dans les alcools, l'*hydroxyle*, étant calculée d'après la chaleur de formation de l'eau oxygénée liquide, on aurait, en partant de l'alcool méthylique également liquide,

$$2(C^2H^4O^2 - HO^2) = (C^2H^3)^2, \text{ absorbe} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -40 \times 2$$

---

[1] *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 113.

Or une réaction analogue effectuée sur l'eau elle-même

$$2(H^2O^2 - HO^2) = H^2, \text{ absorberait} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -45,7 \times 2$$

» L'ensemble de ces chiffres montre que les relations thermiques, calculées entre le diméthyle et les composés méthyliques qui le régénèrent, ne sont pas fort différentes de celles qui existent entre l'hydrogène, ou les métaux facilement réductibles, et leurs combinaisons binaires. Mais il y a cette différence essentielle que l'hydrogène et les métaux jouent le rôle de radicaux, au double point de vue de l'analyse et de la synthèse; tandis que le diméthyle, formé par analyse aux dépens des composés méthyliques, ne les régénère point en général par des synthèses directes : c'est un radical fictif.

» Cependant le diméthyle joue encore le rôle de radical jusqu'à un certain point vis-à-vis du formène, puisqu'il le régénère au rouge, en vertu d'un cycle de réactions réversibles. A cet égard, on peut remarquer la transition qui existe entre les radicaux simples, le cyanogène et le diméthyle. Le cyanogène, en effet, produit par analyse, régénère par synthèse directe l'acide cyanhydrique ([1]) et les cyanures métalliques; mais il est transformable, dans certains cas, en composés éthyliques, dans lesquels le carbone est aussi condensé que dans le cyanogène, et par conséquent deux fois autant que dans l'acide cyanhydrique. C'est ainsi que l'hydrogénation du cyanogène par l'acide iodhydrique développe l'hydrure d'éthylène, et son hydratation l'acide oxalique. Néanmoins, la régénération des cyanures est le cas normal pour le cyanogène, et celle des composés deux fois plus condensés, l'exception. Pour le diméthyle, au contraire, la régénération des composés condensés est le cas normal, celle de l'hydrure de méthyle, l'exception.

» III. *Relations entre le diméthyle et les composés éthyliques.* — **1.** Ces relations sont exprimées par des substitutions et par des combinaisons. Passons-les en revue. Soit d'abord la formation des éthers d'hydracides dans l'état gazeux :

$C^4H^6 + Cl^2 = C^4H^5Cl + HCl$, dégage..	$+54,8$	$H^2 + Cl^2 = 2HCl$	$+44,0$
$C^4H^6 + Br^2 = C^4H^5Br + HBr$	$+38,8$	$H^2 + Br^2 = 2HBr$	$+27,0$
$C^4H^6 + I^2 = C^4H^5I + HI$	$+16,3$	$H^2 + I^2 = 2HI$	$-1,6$

» Les chaleurs dégagées vont en diminuant du chlore au brome et à l'iode, suivant des différences analogues, en demeurant toujours plus grandes dans la série éthylique.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XVIII, p. 373.

» La série forménique au contraire donne des chiffres moindres que les séries éthylique et hydrogénée :

$C^2H^4 + Cl^2 = C^2H^3Cl + HCl$	$+22,0$
$C^2H^4 + Br = C^2H^3Br + HBr$	$+12,1$
$C^2H^4 + I^2 = C^2H^3I + HI$	$-5,1$

» On voit par là qu'une même réaction de substitution dans les deux séries hydrocarbonées ne répond pas aux mêmes quantités de chaleur, pas plus que dans les séries formées par deux métaux différents.

» Il en résulte que les relations thermiques qui peuvent exister entre les carbures homologues ne se conservent pas d'une manière nécessaire entre leurs dérivés; bien que la ressemblance de ceux-ci doive aller croissante à mesure que la différence constante nC^2H^2 s'accumule.

» On a encore, dans l'état gazeux, pour la formation des éthers simples,

$2(C^2H^4 + O^2) = (C^2H^3O)^2 + H^2O^2$	$+36,4$
$2(C^4H^6 + O^2) = (C^4H^5O)^2 + H^2O^2$	$+56,4$

» 2. Les *substitutions simples* dégagent, dans la série éthylique (état gazeux),

Cl à Br	$+11,4$
Cl à I	$+14,3$
Br à I	$+2,9$

dans la série éthylique

Cl à Br	$+7,5$
Cl à I	$+15,7$
Br à I	$+8,2$

c'est-à-dire que le signe thermique des réactions demeure le même que dans la série des composés métalliques; les valeurs numériques se rapprochant plutôt des métaux tels que l'argent, le cuivre, le plomb, le mercure, que des métaux alcalins.

» 3. La formation des éthers des hydracides au moyen des alcools (tous corps gazeux) dégage, dans la série méthylique

$$C^2H^4O^2 + RCl = C^2H^3R + H^2O^2,$$

Éther chlorhydrique	$+11,9$
Éther bromhydrique	$+9,0$
Éther iodhydrique	$+19,5$

» Dans la série éthylique, $C^4H^6O^2 + RCl = C^4H^5R + H^2O^2$,

Éther chlorhydrique	+ 14,8
Éther bromhydrique	+ 15,8
Éther iodhydrique	+ 21,1

» Il y a donc un dégagement de chaleur très notable dans tous les cas; les éthers éthyliques l'emportant un peu sur les éthers méthyliques d'une part, et d'autre part les éthers iodhydriques surpassant les éthers des autres hydracides; ce qui s'accorde avec la formation plus rapide de l'éther iodhydrique, constatée par M. Villiers.

» 4. La formation des éthers par simple addition, au moyen des carbures d'hydrogène et des hydracides,

$C^4H^4 + HCl$, dégage	+ 31,9
$C^4H^4 + HBr$	+ 32,9
$C^4H^4 + HI$	+ 39,0

» Ces trois nombres sont voisins, sans être identiques; à peu près comme les chaleurs de formation des sels ammoniacaux (solides) des mêmes hydracides : + 42,5; + 45,6 et + 44,2. L'ordre de grandeur des chaleurs dégagées dans les deux groupes serait à peu près le même, si l'on pouvait rapporter la formation des éthers à l'état solide. Dans l'état liquide, elles deviennent déjà pour ces derniers : 38,3; 39,5; 46,5.

» La chaleur de formation des éthers d'oxacides organiques est beaucoup plus faible, comme on pouvait le prévoir. On a, par exemple, pour l'éther acétique gazeux, depuis l'éthylène et l'acide gazeux : + 11,2 seulement.

» Au contraire, la formation du bromure d'éthylène gazeux, avec ses composants gazeux, $C^4H^4 + Br^2 = C^4H^4Br^2$, dégage une quantité de chaleur (+ 29,1) peu différente de l'éther bromhydrique (+ 32,9), dans les mêmes rapports de volume.

» Les chaleurs de formation des éthers éthyliques d'hydracide (éthers primaires) surpassent beaucoup celles des éthers formés par l'amylène. En effet, dans l'état gazeux,

$C^{10}H^{10} + HCl$, dégage	+ 16,9
$C^{10}H^{10} + HBr$	+ 13,2
$C^{10}H^{10} + HI$	+ 10,6

» L'écart est du même genre que celui qui distingue les sels ammoniacaux des acides forts ($AzH^3 + HCl$: + 42,5) des sels des acides faibles ($AzH^2 + HCy$: + 20,5); relation conforme aux stabilités relatives des deux

groupes d'éthers, aussi bien que des deux groupes de sels ammoniacaux.

» Je ne poursuivrai pas plus loin les conséquences, que chacun multipliera au gré de ses théories propres, susceptibles d'être tirées des chaleurs de formation des éthers des hydracides. »

GÉOLOGIE. — *Recherches sur la craie supérieure du versant septentrional des Pyrénées;* par M. EDM. HÉBERT.

« Dans ce travail je comprendrai, sous le nom de *craie supérieure*, toutes les assises crétacées plus récentes que les calcaires à *Hippurites cornuvaccinum*, partie supérieure de l'étage turonien. C'est dans la région occidentale des Pyrénées que cette série est la plus complète.

» Les assises crétacées les plus anciennes du groupe que je me propose de décrire sont, pour cette région, des grès micacés [1] que l'on rencontre entre Rébénac et Gan. Une faille considérable, ainsi que je l'ai indiqué en 1867 [2], a relevé, au sud de Rébénac, les couches néocomiennes. Une épaisse série de marnes schisteuses et de grès micacés se montre au nord de Rébénac, et on peut l'étudier en détail le long de la route de Gan. On y reconnaît la succession suivante, de bas en haut :

» *a.* Marnes schisteuses calcarifères minces, d'une épaisseur encore indéterminée.

» *b.* Grès micacés calcarifères alternant avec ces marnes schisteuses, montrant de nombreuses empreintes de fucoïdes, des lits de sable et quelquefois des grès siliceux dans la partie supérieure de l'ensemble.

» Ces grès sont visibles sur une distance de 3^{km} perpendiculairement à leur direction; leur plongement varie de 90° à 45°. Rien ne prouve qu'il y ait, soit des plissements, soit des failles. L'épaisseur de ces grès doit donc être estimée, selon toute probabilité, comme supérieure à 2000^m.

» *c.* Grès siliceux, alternant avec des calcaires marneux et renfermant de grands inocérames, des nautiles, des fucoïdes, etc.; étendue horizontale, environ 1000^m; plongement moyen, 40°; épaisseur plus grande que 500^m.

» *d.* Banc de brèche, $1^m,10$.

» *e.* Calcaire blanc bleuâtre fossilifère à *Holaster Bouillei* Cott.

---

(1) On a quelquefois considéré ces grès comme appartenant à l'étage cénomanien; mais, en les suivant à l'est, il est facile de reconnaître qu'ils reposent sur les calcaires à *Hippurites cornuvaccinum*.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXIV, p. 335.

» Je laisse de côté l'assise *a*, dont les caractères ne permettent pas de fixer la position géologique; mais *b* et *c* peuvent être retrouvées à l'ouest de Pau, depuis Hasparren jusqu'à la mer. L'identité des couches qui viennent d'être décrites avec celles qui affleurent sur les bords de l'Océan, entre Saint-Jean-de-Luz et Bidart, a été reconnue par plusieurs géologues, notamment par M. Jacquot, qui en a donné une description (1). Je les ai visitées moi-même, et j'ai pu voir que cette puissante série de schistes et de grès se poursuit, en conservant ses caractères, dans la direction ouest un peu nord, c'est-à-dire à peu près parallèlement à la direction des Pyrénées.

» Très développés au nord et à l'ouest d'Hasparren, les schistes se montrent à Sare, à Ascains, au pied de la Rhune, d'où on peut les suivre d'une manière continue jusqu'à Saint-Jean-de-Luz.

» Ce système de calcaire siliceux et de grès à fucoïdes est souvent désigné sous le nom de *calcaires de Bidache;* il est recouvert, à Bidart, par une série d'assises de marnes et de calcaires marneux à cassure conchoïde, sans silex, semblables à ceux que nous avons mentionnés près de Gan. On y rencontre les mêmes grands inocérames, des ammonites (*A. Neubergicus*, Schluter), l'*Holaster Bouillei*, Cott., commun dans ces couches, qui, par conséquent, représentent l'assise *e* de Gan-Rébénac.

» Les assises crétacées de Bidart sont suivies de couches appartenant au terrain tertiaire; ce sont celles qui constituent les falaises de Biarritz et qui dépendent de l'éocène supérieur.

» Pour retrouver des assises crétacées supérieures aux précédentes, il faut se rendre à Tercis, au nord de Dax.

» M. Jacquot a rapproché, avec raison, les couches supérieures de la craie de Bidart des couches inférieures de la craie de Tercis. Toutefois, celles-ci sont caractérisées par une faune distincte et constituent une zone supérieure.

» J'ai cherché à me rendre compte de la succession des assises de la craie de Tercis et des fossiles qu'elles renferment; j'ai reconnu quelques horizons bien nets, qui n'avaient point encore été signalés, et qui se montrent dans le même ordre, soit dans les carrières de Tercis (rive gauche de l'Adour), soit dans celles d'Angoumé (rive droite).

» A. Les couches inférieures sont marneuses, sans silex; elles renferment assez abondamment : *Cyclaster integer*, Cott.; *Holaster Tercensis*, Cott., et,

(1) *Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart*, etc. (*Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, t. XXV).

surtout, *Micraster corcolumbarium*, Desor, qui forme un petit lit au milieu de la masse.

» En outre, des espèces moins caractéristiques se rencontrent avec les précédentes : ce sont les inocérames, *Ostrea vesicularis*, ananchytes, *Polytrema sphæra*, etc.

» L'épaisseur de cette première assise est de 50^m à 60^m.

» B. Viennent ensuite d'autres calcaires marneux, sans silex dans la moitié inférieure (20^m), mais dont la partie supérieure, sur 30^m à 35^m de puissance, est remplie de nodules siliceux.

» La faune de ces deux parties est sensiblement la même, bien que les fossiles soient bien plus abondants et plus variés dans la partie supérieure. Les plus caractéristiques sont la grosse variété d'ananchyte connue sous le nom d'*An. Beaumonti* Bayan, et surtout une nouvelle espèce de Micraster que je désignerai sous le nom de *M. aturicus* (1); *Baculites anceps* Lamk. se trouve également en haut comme en bas; mais les couches supérieures renferment en grand nombre : nautiles; ammonites, parmi lesquels *A. Neubergicus*; scaphites; hamites; *Heteroceras* (*H. polyplocum*); *Inoceramus* (*I. Goldfussianus* d'Orb.); *I. Gilberti* Meek.; ananchytes, nombreuses variétés, parmi lesquelles, outre l'*A. Beaumonti*, se montre abondamment *A. conica*, *Cyclosmilia centralis*, *Polytrema sphæra*, etc.

» Quelques *Cyclaster integer* et *Holaster Tercensis* se retrouvent dans ces couches.

» L'épaisseur de l'assise à *Micraster aturicus* est d'au moins 60^m. On remarquera la présence à ce niveau de quelques Céphalopodes les plus caractéristiques de la craie de Haldem, notamment *Heteroceras polyplocum* et *Ammonites Neubergicus*.

» C. L'assise précédente est recouverte par une série de couches non exploitées, cachées par la végétation et dont les caractères paléontologiques ne me sont pas connus. Ces couches ont ensemble une épaisseur d'environ 100^m.

» D. On voit apparaître, à la suite, des calcaires noduleux gris, sableux, en général très marneux, peu fossilifères, sauf les ananchytes et l'*Ostrea vesicularis*, qui se trouvent dans toute la craie de Tercis. Épaisseur, environ 50^m; le plongement est de 80° au nord.

---

(1) Cette espèce se distingue aisément de toutes les autres par sa forme. Très large et déprimé en avant, ce Micraster a le sommet très élevé et excentrique en arrière, les zones ambulacraires égales et étroites, le sillon antérieur profond à sa base, effacé à la partie moyenne, et le péristome marginal.

» E. Puis viennent les escarpements d'Angoumé, dont les couches plongent de 75° au nord, sous les assises marneuses du miocène inférieur, et qui renferment : *Nautilus*, *Fusus*, *Pecten*, *Ostrea vesicularis* jeune; *Micraster Tercencis* Cott., *a*, *c*; *Micraster Brongniarti* Héb., *r*; *M. subcarinatus* Cott., *r*; *Isaster aquitanicus* Des., *a*, *c*; *Ananchytes semiglobus* Lk., *c*, *c*; *A. vulgaris*, *a*, *c*, etc. Épaisseur, 8^{m}.

» La même craie et les mêmes fossiles existent à l'ouest de la ferme de Bédat. Ici, les couches sont à peu près verticales; la craie est marneuse, blanche ou bleuâtre; elle est recouverte par des couches de conglomérats et de dépôts littoraux prenant quelquefois une structure concrétionnée ou compacte.

» En résumé, pour la région occidentale du versant nord des Pyrénées, je distinguerai dans la craie supérieure aux bancs à *Hippurites cornuvaccinum* les horizons géologiques suivants, de bas en haut :

» 1° Les marnes et grès à fucoïdes, terminés par les calcaires siliceux de Bidache et de Gan.

» 2° Les calcaires marneux à *Holaster Bouillei* de Gan et de Bidart.

» 3° Les calcaires marneux à *Micraster corcolumbarium* de Tercis.

» 4° Les calcaires à silex, avec *Ananchytes Beaumonti*, *Micraster aturicus* et *Heteroceras polyplocum*.

» 5° Une série puissante (100^{m}) de couches peu visibles à Tercis, mais que nous allons apprendre à caractériser.

» 6° Les calcaires à *Micraster Tercensis*, *Isaster aquitanicus* et *Ananchytes semiglobus* de Bédat et d'Angoumé.

» Sauf la dernière assise, qui est peu épaisse, mais très nettement caractérisée au point de vue paléontologique, la puissance de chacune des cinq autres, surtout de l'assise inférieure, est considérable.

» Si de Tercis on se dirige à l'est-sud-est vers Saint-Sever, on ne tarde pas à reconnaître que la craie supérieure forme dans cette direction une saillie dont j'ai déjà eu occasion de parler ([1]), mais sur laquelle j'ai de nouveaux documents à fournir.

» Les couches les plus anciennes que j'aie pu voir sont composées de calcaire blanc, homogène, compacte, exploité à Audignon, dans lequel j'ai constaté la présence de nombreux spécimens de *Radiolites lombricalis*.

» Vient ensuite un massif de calcaires à silex, plus ou moins dolomi-

---

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. V, p. 643; 1877.

tiques, en général mal stratifiés, dans lesquels les fossiles sont rares et à l'état de moules siliceux; mais, parmi ces fossiles, j'ai recueilli l'*Ananchytes Beaumonti*, caractéristique des calcaires à silex de Tercis (4e horizon), et l'*Holaster Tercensis* des troisième et quatrième horizons.

» Ce massif est recouvert directement par des calcaires marneux, bien stratifiés, riches en fossiles, surtout à Audignon. On y trouve :

Hemipneustes Leymeriei Héb., *c*; *Echinocomus gigas* Cott., *r*; *Cyclaster integer* Cott., *r*; *Ananchytes vulgaris*, *a*, *r*; *Thecidea radians* Def. in Brong.; *Ostrea Pyrenaica* Leym., *c*; *O. larva*, d'Orb., *c*; *O. frons*, D'Orb., *r*; *O. serrata* Brong., *r*; *O. vesicularis* Lk., *c*; *Janira Pyrenaïca* Héb., *a*, *r*; *Nerita* (odostoma) *pontica* d'Arch., *c*; *Orbitoïdes Gensacica* Leym., *c*; *O. socialis* Leym., *c*; *O. Faujasii*, *a*, *c*.

» Cette faune indique clairement l'horizon de Monléon et de Gensac. Sa superposition immédiate aux couches à *Ananchytes Beaumonti* et *Holaster Tercensis* et la nature des couches qui la renferment démontrent qu'elle correspond, au moins partiellement, au cinquième horizon de Tercis; elle en constituerait la base.

» D'après ce qui précède, nous possédons maintenant des données suffisantes pour fixer, avec une grande probabilité, la craie à *Ananchytes Beaumonti* de Tercis au niveau de la craie de Haldem à *Bel. mucronata*, c'est-à-dire au niveau de la craie de Meudon.

» Par suite, les couches à *Hemipneustes Pyrenaicus* et *H. Leymeriei* des Pyrénées doivent commencer la série danienne. Elles ont un certain nombre d'espèces communes avec la craie de Maestricht [1], à laquelle M. Leymerie les rapportait depuis longtemps.

» L'étage garumnien de Leymerie recouvre l'assise précédente dans les Pyrénées centrales. Il se compose de deux parties : l'une argileuse, saumâtre, à la base; l'autre marine, à la partie supérieure. La première ne se voit pas à Tercis, mais il y a précisément au point où elle devrait se présenter (no 5) un espace assez considérable recouvert de végétation. Quant à la seconde, l'assise no 6 à *Micraster Tercensis*, elle renferme la même faune à Tercis que dans la Haute-Garonne et l'Ariège ; bien qu'elle contienne un certain nombre de fossiles qui se trouvent déjà dans des assises plus

---

[1] M. Lory vient de découvrir dans l'Isère, au-dessus des calcaires à *Bel. mucronata*, dans une assise remplie d'une espèce d'*Orbitoides* très voisine de l'*O. media* de Royan, deux espèces du cinquième horizon : *Nerita pontica* et *Ostrea larva*. C'est une preuve de plus de la justesse de ce classement.

anciennes; son caractère danien est accusé par la présence de l'*Ananchytes semiglobus*, qui occupe en abondance la partie inférieure du calcaire de Faxö. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Observations sur le Phylloxera*. Lettre adressée à M. Dumas par M. **Henneguy**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Paris, 28 octobre 1880.

» J'ai profité de mon séjour dans les contrées phylloxérées du midi de la France pour me rendre compte de l'état des vignobles et des résultats obtenus avec les différents modes de traitement employés jusqu'à ce jour.

» Dans l'Hérault, les deux tiers des vignes sont détruits : l'arrondissement de Béziers seul produit encore du vin; cependant, à Launac, près de Montpellier, chez M. H. Marès, on trouve plusieurs hectares de vignes dont l'aspect rappelle celui qu'avaient autrefois les campagnes du Gard et de l'Hérault. La partie du vignoble qui existe encore ne doit sa conservation qu'aux traitements réitérés par le sulfocarbonate de potassium. Cette année, la récolte a été très belle. De vieux ceps, de trente à cinquante ans, qui l'année dernière encore étaient dans un état de dépérissement assez avancé, ont repris une végétation très active; ils ont poussé de longs sarments, couverts de feuilles restées longtemps vertes, et donné une grande quantité de raisins. Les ceps plus jeunes de dix à quinze ans se sont remis encore plus rapidement. La reconstitution des vignes de M. Marès est vraiment remarquable : si l'on ne voyait les vides laissés par les ceps arrachés au niveau des taches, on ne pourrait croire que le vignoble est envahi depuis 1873 par le Phylloxera.

» Dans les environs de Béziers, les vignes, en beaucoup d'endroits, sont encore fort belles et ont donné cette année une abondante récolte; elles sont cependant toutes plus ou moins attaquées par le Phylloxera, les taches deviennent de jour en jour plus apparentes, et, malgré les fumures abondantes, il serait à craindre qu'avant peu l'arrondissement de Béziers, si riche aujourd'hui, ne fût réduit à l'état dans lequel se trouve le reste du département de l'Hérault. Plusieurs propriétaires prévoyants ont commencé à traiter leurs vignes et ils ont obtenu des résultats encourageants.

» Près de Capestang, le domaine de la Provenquière, appartenant à

M. Teissonnière, est traité entièrement depuis deux ans par le sulfocarbonate de potassium; sauf sur les coteaux, les vignes sont en parfait état et portaient cette année des raisins magnifiques. Le traitement a été institué avant que la présence du Phylloxera se fût manifestée par l'apparition de taches; quelques-unes se sont révélées depuis, mais elles ont été circonscrites et la reconstitution des ceps commence déjà sur certains points.

» J'ai constaté les bons résultats obtenus par le sulfure de carbone dans le Bordelais, aux environs de Libourne, et chez M. Jaussan, près de Capestang. Dans ce dernier vignoble, le feuillage, d'un beau vert, tranche d'une façon remarquable sur la teinte jaune des vignobles voisins, dont la moitié, d'ailleurs, n'existe plus. M. Jaussan ne traite qu'une fois par an, en hiver; mais, comme MM. Marès et Teissonnière, il traite tout son vignoble.

» Après avoir reconnu les effets des insecticides appliqués en grande culture, depuis trois ans au moins, sur des vignobles situés dans une région complètement envahie par le Phylloxera, je suis entièrement convaincu qu'on peut sauver les vignes qui ne sont pas encore atteintes par le fléau et reconstituer celles qui n'ont pas trop souffert.

» Les viticulteurs ont à leur disposition trois modes de traitement, les sulfocarbonates, le sulfure de carbone et la submersion, dont l'efficacité ne me paraît plus discutable et dont le prix de revient est largement compensé par le revenu que donne la vigne; mais, quel que soit le mode de traitement employé, il ne sera efficace qu'autant qu'il sera répété chaque année, du moins pendant un certain temps, et qu'il sera étendu à toute la surface du vignoble.

» Il est en effet parfaitement établi maintenant que, par suite de la réinvasion d'été et par suite de l'éclosion d'un certain nombre d'œufs d'aptères échappés à l'action de l'insecticide, les vignes traitées avec le plus de soin présentent encore en été de nombreux insectes sur leurs racines. Il est aussi un fait bien connu aujourd'hui et que j'ai pu vérifier plus d'une fois : c'est que, au moment où une tache apparaît dans un vignoble, celui-ci est déjà presque entièrement envahi par le Phylloxera. C'est pour n'avoir pas tenu compte de ces données, ou pour avoir mal appliqué les procédés, que beaucoup de propriétaires ont perdu tout espoir dans les insecticides et ont laissé dépérir leurs vignes.

» Les insecticides ne s'attaquent qu'aux insectes souterrains, et, en supposant que ceux-ci soient complètement détruits par le traitement, l'œuf d'hiver et sa descendance restent indemnes et sont pour la vigne une nouvelle source d'infection. L'existence de l'œuf d'hiver étant démontrée d'une

façon certaine dans le sud-ouest de la France, il me paraît inadmissible qu'une phase aussi importante dn cycle biologique du Phylloxera puisse manquer dans le sud-est.

» Il est à remarquer que les ceps du Languedoc, dont les écorces, formées d'un grand nombre de lamelles, ont une épaisseur considérable, permettent à l'œuf d'hiver d'échapper aux investigations les plus minutieuses.

» Parmi les divers procédés essayés pour détruire l'œuf d'hiver, celui qui paraît donner les meilleurs effets consiste à priver la souche des écorces sous lesquelles l'œuf est pondu.

» Le décorticage des souches, pratiqué chaque année, en même temps que le traitement au sulfure de carbone, par M. Sabaté, dans sa propriété de Cadarsac, près de Libourne, lui a donné de très bons résultats. Les vignes de M. Sabaté se distinguent à première vue, par leur végétation luxuriante, de celles de ses voisins, qui ne font aucun traitement. M. Sabaté fait observer que les vignes de deux à trois ans ne peuvent être décortiquées sans danger.

» Un autre procédé, sur lequel l'Académie désirait des informations, a été proposé par M. Bourbon, de Perpignan. Il consiste à brûler les écorces des vignes, au moyen d'un appareil qu'il appelle *pyrophore*. Cet appareil, portatif, fournit une flamme très vive résultant de la combustion d'un mélange de vapeurs d'essence minérale et d'air. On pourrait craindre que le feu, porté directement sur la souche et le jeune bois, fût nuisible à la vigne; mais en réalité il n'en est rien. J'ai vu, à Prades et à Largentière, des vignes dont toutes les écorces avaient été détruites par le feu pendant l'hiver et qui présentaient une très belle végétation. Le brûlage des écorces amène, dit-on, un retard d'une quinzaine de jours dans le départ de la végétation, ce qui met la vigne à l'abri des dernières gelées du printemps. Ce fait, très intéressant au point de vue de la Physiologie végétale, mérite vérification.

» Le pyrophore n'a pas encore été expérimenté sérieusement contre l'œuf d'hiver, mais il est appliqué en grand pour la destruction de la pyrale dans les environs de Perpignan et dans l'Aude; il y donne d'excellents résultats. Le traitement des vignes par le pyrophore peut remplacer avantageusement l'ébouillantage. L'action du feu est beaucoup plus énergique que celle de l'eau chaude; son application est plus facile et moins coûteuse. L'œuf d'hiver ne résisterait certainement pas à la température de la flamme; il serait utile d'instituer des expériences dans des vignobles phylloxérés,

pour décider de la valeur du traitement par le feu. Le pyrophore seul pourrait être aussi employé pour le traitement préventif des vignes menacées, autour des points d'attaque.

» L'attention a déjà été plusieurs fois appelée sur la reconstitution spontanée des vignes phylloxérées. Cette année, principalement, plusieurs cas de ce genre ont été signalés; pour ma part, j'en ai observé de fort curieux dans l'Hérault, l'Ardèche et la Charente. A l'École d'Agriculture de Montpellier, une vigne, abandonnée à elle-même depuis deux ans, a donné cette année une récolte de raisins. Dans les environs de Cognac, beaucoup de vignes, qui paraissaient complètement mortes, ont poussé des sarments et pourront être taillées; les propriétaires, s'imaginant que leurs vignes sont débarrassées du Phylloxera, pensent qu'il est inutile de les traiter.

» Les vignes qui semblent ainsi reprendre leur végétation sont loin de n'avoir plus d'insectes, et cette régénération n'est que momentanée. Si l'on arrache, en effet, une souche présentant de nouvelles pousses, on constate que le système radiculaire est à peu près complètement détruit; les grosses racines sont mortes ou même pourries; les Phylloxeras ont naturellement disparu de leur surface, mais ils se sont réfugiés sous les écorces de la partie souterraine de la souche, qui a conservé encore quelque vitalité.

» Si, comme l'année dernière et cette année, les pluies ont été abondantes et ont entretenu dans le sol une humidité suffisante, de jeunes racines prennent naissance au-dessous du collet de la souche et suffisent à donner à la vigne la sève nécessaire pour pousser des sarments. Les pluies ont aussi l'avantage de contrarier l'essaimage, et partant la ponte de l'œuf d'hiver. Mais bientôt les insectes qui ont persisté sur l'axe de la vigne se portent sur les nouvelles racines, y déterminent les nodosités caractéristiques et amènent un nouvel arrêt dans la végétation. En détruisant les insectes avant qu'ils aient envahi le nouveau système radiculaire, la reconstitution de la vigne, qui actuellement ne peut être que passagère, deviendrait définitive. Loin d'abandonner les traitements, comme le veulent les propriétaires de la Charente, c'est donc le moment le plus favorable pour les commencer.

» L'essaimage s'étant produit cette année fort tard et dans de mauvaises conditions, il est probable qu'il y aura peu d'œufs d'hiver pondus et que, par conséquent, la propagation du Phylloxera se fera difficilement. Les causes qui ont nui à la reproduction de l'insecte ont été, au contraire, favorables à la reconstitution de la vigne, et les traitements par les insecticides se feront cet hiver dans d'excellentes conditions. »

VITICULTURE. — *Observations relatives à l'influence exercée par la saison dernière sur le développement du Phylloxera; remarques sur l'emploi des insecticides.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Dumas par M. **P. Boiteau**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 3 novembre 1880.

» Conformément au désir exprimé par la Commission supérieure du Phylloxera, j'ai continué mes recherches sur la biologie de cet insecte et l'étude d'un des principaux moyens de destruction, c'est-à-dire l'action du sulfure de carbone, combinée avec les badigeonnages de la partie inférieure de la souche.

» L'étude des insectes sexués et de leur descendance, qui est le seul point des mœurs encore inconnu dans l'histoire du Phylloxera, a été gênée à tel point qu'il m'a été de toute impossibilité de faire une seule observation valable. Les mois d'août et de septembre, qui sont les seuls dans l'année où l'on puisse observer cette phase de l'existence de l'insecte, ont été tellement pluvieux, que les insectes ailés aperçus vers la fin de juillet n'ont pas pu faire leur ponte, ou, s'ils l'ont faite, les sexués qui devaient en provenir ont presque tous été détruits. Les feuilles, les écorces et le sol n'ont présenté que de rares spécimens de ces générations, que l'on ne pouvait apercevoir qu'à de rares intervalles, et ceux qui parvenaient à un complet développement disparaissaient bientôt dans les averses qui se succédaient à très peu de jours. La saison s'est complètement passée sans qu'il m'ait été possible d'entrevoir rien de nouveau, et les lieux d'élection ordinaires présentent très peu d'œufs fécondés.

» L'année dernière, les migrations des sexués avaient été fortement entravées, mais on constatait encore beaucoup de leurs produits; cette année, il est très difficile d'en trouver les traces. Au point de vue de la reproduction et de la perpétuation de l'espèce, il y a là un fait qui sera avantageux à nos vignobles, et ces conditions météorologiques, qui ont également nui d'une manière très sérieuse à la diffusion des aptères, maintiendront les foyers dans leurs anciennes limites, en même temps qu'il pourra y avoir diminution dans le nombre des insectes. D'un autre côté, cette humidité constante ayant favorisé l'émission d'un chevelu abondant, on verra, l'année pro-

chaine, de même qu'on l'a vu cette année, plusieurs vignobles s'améliorer dans leur état.

» Nous sommes, à l'heure qu'il est, au point où nous en étions l'année dernière à la même époque, quant à l'étude des sexués.

» Le sulfure de carbone a été employé, pendant l'année qui vient de s'écouler, sur de larges surfaces relativement aux années précédentes, et, cette année, les demandes se multiplient avec une telle activité, que des surfaces étendues seront soumises au traitement de cet insecticide. Malgré les désastres considérables de certaines contrées et les atteintes si cruellement constatées dans presque tous les vignobles, il est certain que la majeure partie des vignes qui existent encore sera sauvée, ou du moins conservée pendant de longues années. Le sulfure de carbone, si redouté, il y a deux ou trois ans, par nos populations viticoles, tant au point de vue de ses effets sur les personnes que sur le végétal, entre dans nos mœurs, et, ce qui est d'un bon augure, c'est que le petit propriétaire, le cultivateur lui-même le demandent et le préconisent. Le besoin de conservation de ce précieux arbuste est tellement accepté par toutes les classes de la société, que chacun cherche à employer le moyen qui jusqu'ici a donné les meilleurs résultats au point de vue de l'économie et de l'efficacité.

» Je ne vois rien à changer dans les observations que j'ai présentées l'année dernière sur les accidents de mortification que j'avais signalés, si ce n'est que j'ai pu les constater dans toutes les régions où il m'a été possible de me transporter. Je répète donc qu'il faut multiplier le moins possible les injections, mais que cependant il faut au moins en mettre deux par mètre carré. Le rayon insecticide efficace ne dépasse jamais, d'après mes observations, répétées plusieurs fois cette année encore, $0^m,35$ ou $0^m,40$. Le bouchage des trous ne semble guère agir sur l'efficacité de la diffusion et de la destruction, car des trous laissés ouverts ont donné les mêmes résultats que ceux qui avaient été fermés. Le tassage des ouvertures peut donc être négligé dans ce qu'il a de trop accentué. Le pied de l'ouvrier suffit largement à leur occlusion.

» Les opérations à lignes parallèles s'appliquent facilement à tous les modes de plantation, et elles ont l'avantage de donner le contingent le plus faible de mortifications. On doit autant que possible alterner les trous, de manière à obtenir une diffusion des plus régulières et à pouvoir ainsi diminuer d'une manière assez considérable les quantités de toxique à employer. Suivant qu'on emploie la disposition en carrés réguliers ou par

lignes alternes, on peut économiser un tiers ou un quart de la matière insecticide, tout en obtenant les mêmes résultats. Cette dernière disposition fait aussi qu'il n'y a jamais, en présence des ceps et à la plus petite distance, qu'une seule injection; celles qui sont du côté opposé, par leur alternance, se trouvent beaucoup plus éloignées.

» Dans la direction des lignes, on place tous les trous à $0^m,70$ les uns des autres.

» Dans les vignes plantées au-dessous de $0^m,80$ d'interlignes, une seule rangée de trous suffit; dans celles qui sont distantes de $0^m,80$ à $1^m,50$, il en faut deux; dans celles qui se trouvent entre $1^m,50$ et $2^m,10$, il en faut trois.

» La dose par injection varie suivant le nombre de trous qui entrent dans un hectare, nombre qui peut aller de 20000 à 35000. La quantité de sulfure par mètre carré doit être en moyenne de 15^{gr} à 20^{gr}. Cette dose est suffisante l'hiver, et les résultats qu'on obtient en opérant ainsi que je viens de l'expliquer sont très remarquables. Lorsque les effets sont incomplets, cela provient surtout de ce qu'on espace trop les trous, ce qui met dans l'impossibilité d'atteindre les insectes dans tout le cube de terre, quelles que soient les doses et que le traitement soit simple ou réitéré.

» A cela, il faut ajouter le traitement complémentaire que nous avons indiqué l'année dernière, et qui consiste à badigeonner la partie inférieure des ceps et la base des premières racines avec un mélange de chaux, 5 ou 6 parties, et d'huile lourde de coaltar, 1 partie, le tout étendu de 8 ou 10 parties d'eau. Cette solution doit être employée au printemps, avant le réveil des hibernants.

» Toutes les fois que ces indications ont été parfaitement suivies, les résultats ont été des plus concluants.

» Dans les vignes en bon état, un traitement alterné, de deux ans l'un, suffit généralement.

» Les vignes traitées par le sulfure de carbone continuent à présenter le meilleur aspect, comme force dans la végétation, et, d'après ce que nous avons pu constater en général, et surtout d'après ce que nous a raconté M. Vimont, d'Épernay, des résultats d'un traitement opéré en Champagne sur des vignes non phylloxérées, il nous semble démontré que cet agent agit fortement en favorisant la végétation. Le même fait a été constaté et signalé par M. Olivier dans les Pyrénées-Orientales. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Préparation d'une nouvelle substance alimentaire, la* nutricine. Note de M. **Ed. Moride.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission des arts insalubres.)

« Sachant l'intérêt que l'Académie attache aux questions d'alimentation, je viens l'entretenir d'un nouveau mode de préparation et de conservation des viandes, sous un très petit volume et à un état de division extrême.

» Je prépare, avec la viande fraîche, à la température ambiante et sans employer la cuisson, des poudres de viande dont je dépose quelques échantillons sur le bureau de l'Académie. La conservation de ces produits est illimitée, pourvu qu'on ne les expose ni à l'humidité ni à une trop forte chaleur.

» Mon procédé consiste à faire passer, dans des machines appropriées, de la viande crue désossée et privée de tendons, avec des substances alimentaires azotées, qui ont la propriété d'absorber l'eau de constitution de la viande et peut-être de former avec elle certaines combinaisons organiques encore indéterminées. On sèche le tout à l'air, ou dans une étuve chauffée à basse température; on pulvérise ensuite et on tamise.

» La poudre qui provient de cette opération est d'une belle couleur, grise ou jaunâtre et d'un goût agréable. En l'agglomérant avec de l'eau gommée, de l'albumine ou des graisses, on en constitue des tablettes, des cylindres et des cubes de tous poids, qu'on peut diviser ensnite, selon les besoins, pour en faire des potages, des sauces ou des biscuits.

» Je crois devoir faire, à l'égard de ce produit, les remarques suivantes :

» 1° Cette poudre, à laquelle j'ai donné le nom de *nutricine*, renferme tous les éléments contenus dans la viande crue, et à l'état où ils s'y trouvent; cela est si vrai, que le sang transformé en *nutricine* conserve toutes ses propriétés de solubilité, de coloration et de coagulation sous l'influence de la chaleur. La dissolution à froid du sang de la nutricine n'entre pas en putréfaction; elle se recouvre seulement, au bout de plusieurs jours d'exposition à l'air, de quelques mucédinées.

» 2° La viande qui constitue la nutricine, n'ayant pas subi de cuisson, est d'une assimilation plus parfaite que la viande cuite.

» 3° A poids égal, la nutricine est plus azotée et plus nourrissante que la viande elle-même, puisque, d'une part, elle ne contient ni excès de graisse, ni tendons, ni peau, ni débris d'os, et que, d'autre part, on rem-

place les 750^{gr} d'eau que l'on a enlevés à 1^{kg} de viande par 750^{gr} de pain ou de substances farineuses légèrement étuvées, substances qui contiennent, outre les hydrates de carbone, jusqu'à 2 pour 100 d'azote.

» L'azote de la nutricine s'élève donc à plus de 5 pour 100, quand l'azote dans la viande fraîche n'est au maximum que de 4 pour 100.

» Le même système de conservation, appliqué au sang ou à la viande de cheval, aux débris des abattoirs, donne des résultats avantageux pour la nourriture des chiens, des porcs, des poulets et des canards. »

M. G. Floquet adresse, par l'entremise de M. Hermite, une Note sur les équations différentielles linéaires à coefficients périodiques.

(Commissaires : MM. Hermite, Bouquet.)

M. Ch.-V. Zenger adresse, de Prague, une Note sur la loi générale des mouvements planétaires dans le système solaire.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. A. Barthélemy adresse une Note relative à la fécondation dans les oiseaux de basse-cour.

(Renvoi à l'examen de M. Alph. Milne Edwards.)

Un anonyme adresse, pour le Concours du Prix extraordinaire de six mille francs, une Note relative à un nouveau propulseur, avec la devise « Mieux vaut tard que jamais ».

(Renvoi à la future Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, dans la Correspondance, un grand nombre de nouvelles demandes de graines des vignes du Soudan, annoncées par M. Lécard.

M. le Secrétaire perpétuel croit devoir, à ce sujet, donner lecture à l'Académie du passage suivant, qui forme la conclusion d'une brochure imprimée à Saint-Louis et récemment adressée par M. Lécard :

« Dans cette trop courte Notice, écrite sous forêt et en plein Soudan, je crois avoir démontré l'importance de ma découverte des vignes annuelles du centre de l'Afrique et la fa-

cilité de soumettre ces précieuses plantes à la culture, dans tous les pays qui jouissent de trois à quatre mois d'une température moyenne de 15° à 16° de chaleur, aussi bien que dans les pays les plus chauds du globe.... J'emporte du Soudan toutes les graines que j'ai pu recueillir, pour les céder aux Sociétés, aux établissements publics et aux cultivateurs qui m'en feront la demande; aucune confusion, aucune tromperie n'est possible : les pepins de mes vignes ne ressemblent nullement à ceux des vignes connues, personne n'en pourra vendre en mon nom, nul n'en possède et nul n'en pourra disposer que moi, si ce n'est M. Chantin, mon correspondant à Paris. J'ai subi des fatigues et des privations inouïes, sans compter d'autres sacrifices, exposé ma vie et peut-être perdu ma santé pour cette découverte : n'est-il pas juste que les premiers résultats, certainement les plus minimes, me soient attribués? »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un nouvel « Album de Statistique graphique, juillet 1880 », par M. *Cheysson*, et un « Manuel des procédés de reproduction d'écritures et de dessins à employer dans les Ponts et Chaussées », du même auteur.

2° Les « Annales du Bureau central météorologique de France », publiées par M. *Mascart* (année 1878, III : « Pluies en France »).

3° Le Tome IV de la quatrième édition du « Traité élémentaire de Physique », par M. *P.-A. Daguin.*

4° Un Volume de M. *Marius Fontane*, intitulé « Histoire naturelle, Inde védique, de 1800 à 800 avant J.-C. » (Présenté par M. de Lesseps.)

5° Une Brochure de M. *Maurice Chaper*, intitulée « Note sur la région diamantifère de l'Afrique australe ». (Présenté par M. Friedel.)

6° Un Volume de M. *A. Gamgee*, intitulé « A text-book of the physiological chemistry of the animal body ». (Présenté par M. Vulpian.)

7° Deux Brochures extraites du *Philosophical Magazine* et des *Proceedings* de la Société royale d'Édimbourg, et contenant des Notes de sir *William Thomson* sur diverses questions de Physique mathématiqne.

M. **Perrotin**, M. **V. Winter** se mettent à la disposition de l'Académie pour les expéditions destinées à l'observation du prochain passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission des passages de Vénus.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations algébriques; examen des propositions d'Abel.* Note de M. E. WEST, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Abel a démontré que les équations algébriques ne peuvent, en général, être résolues algébriquement. Je rappellerai les doutes émis sur cette proposition; à cet effet, il me suffira de citer un passage du Rapport de M. J. Bertrand sur les progrès les plus récents de l'Analyse mathématique (1868). On y trouve (p. 10) : « Il est impossible cependant de ne pas citer, avant de quitter les travaux de M. Hermite, son beau Mémoire sur l'équation du cinquième degré. Abel, en prouvant l'impossibilité de la résoudre, semblait avoir mis fin aux recherches sur cette question, si longtemps et si inutilement abordée. Il n'en a rien été pourtant, et les ressources de l'Analyse mathématique, reconnues insuffisantes sous la forme adoptée jusque-là, devaient seulement être essayées dans une autre voie. »

» Abel, *OEuvres complètes*, t. II, p. 191 et 192, indique, pour condition de résolubilité des équations algébriques, dans le cas d'un degré premier, que l'équation auxiliaire de degré $1.2.3\ldots(m-2)$ de la méthode de Lagrange doit avoir une racine exprimable rationnellement par ses coefficients.

» J'ai montré, dans une Note précédente, que cette condition est toujours remplie, puisque cette équation réductible contient une racine dépendant d'une équation du premier degré, qui est au reste la véritable équation auxiliaire.

» Il y a erreur dans la conclusion d'Abel, parce qu'il a admis, sans le démontrer, que l'équation auxiliaire pouvait ne pas admettre de racine rationnelle. Cette équation, formée d'une façon particulière, ne peut être traitée comme une équation générale.

» On trouve encore ce qui suit, t. I, § IV, p. 21. Après avoir établi une suite de théorèmes, Abel admet l'expression

$$\text{(1)} \qquad R^{\frac{1}{m}} = v;$$

m est un nombre premier, R une fonction rationnelle des coefficients de l'équation proposée, c'est-à-dire une fonction symétrique des racines, et v

une fonction rationnelle des racines. On en conclut

$$v^m - R = 0.$$

Mais il est impossible d'abaisser le degré de cette équation, et la fonction v doit avoir m valeurs différentes. Si $m = 5$, m doit être un diviseur du produit $1.2.3.4.5$; par suite, m ne peut être que 2, 3 ou 5. Il suffit d'examiner le cas de $m = 5$. En vertu de ce qui a été établi, on a

$$(3) \qquad \sqrt[5]{R} = r_0 + r_1 x + r_2 x^2 + r_3 x^3 + r_4 x^4,$$

et, par là,

$$(4) \qquad x = s_0 + s_1 R^{\frac{1}{5}} + s_2 R^{\frac{2}{5}} + s_3 R^{\frac{3}{5}} + s_4 R^{\frac{4}{5}};$$

$s_0, s_1, \ldots$ et $r_0, r_1, \ldots$ sont des fonctions symétriques des cinq quantités x. On en tire

$$(5) \qquad s_1 R^{\frac{1}{5}} = \tfrac{1}{5}(x_1 + \alpha^4 x_2 + \alpha^3 x_3 + \alpha^2 x_4 + \alpha x_5),$$

α étant une racine de l'équation $\alpha^5 = 1$. Cette équation est impossible, attendu que le deuxième membre a cent-vingt valeurs et qu'il doit être racine de l'équation du cinquième degré

$$(6) \qquad z^5 - s_1^5 R = 0.$$

» Le défaut de cette démonstration consiste à supposer que R est une fonction rationnelle des coefficients de l'équation proposée; la conclusion exprime simplement que les racines du cinquième degré ne sont pas, en général, exprimables au moyen de quantités irrationnelles du premier ordre; cette condition appartient aux équations binômes.

» L'expression (1) ne subsiste généralement que si R est une racine d'une équation du quatrième degré, comme l'indique la méthode de Lagrange. D'ailleurs Abel énonce la proposition suivante (t. II, p. 190) : *Si une équation irréductible d'un degré premier μ est résoluble algébriquement, les racines auront la forme*

$$(7) \qquad y = A + \sqrt[\mu]{R_1} + \sqrt[\mu]{R_2} + \ldots + \sqrt[\mu]{R_{\mu-1}},$$

A étant une quantité rationnelle, et $R_1, R_2, \ldots, R_{\mu-1}$ étant racines d'une équation de degré $\mu - 1$.

» Ainsi les démonstrations d'Abel ne permettent pas de conclure à l'impossibilité de résoudre algébriquement les équations. Il existe encore

d'autres démonstrations de cette impossibilité; je ne puis les passer ici en revue; ce que j'ai dit suffira, d'autant plus que les travaux d'Abel sont le point de départ de presque tous les travaux modernes sur les équations algébriques. Par exemple, pour ce qui concerne la démonstration de Wantzel, on verrait d'abord l'erreur qu'elle présente au point de vue logique, puis, au point de vue mathématique, la raison même de cette erreur.

» Abel a donné une classification des quantités irrationnelles dans les deux Mémoires déjà cités; cette classification, généralement adoptée, ne joue aucun rôle dans les démonstrations précédentes : il convient cependant de l'examiner, parce qu'elle pourrait donner lieu à des confusions.

» D'après Abel, les exposants radicaux qui entrent dans une expression irrationnelle doivent être exclusivement des nombres premiers, afin que l'un de ces radicaux ne puisse être exprimé par d'autres radicaux de la même expression. Cette condition est restrictive, car le nombre entier qui forme l'exposant d'un radical n'influe pas sur la nature de la quantité représentée par ce radical. Pour s'en convaincre, il suffit de voir que, n et p étant deux nombres premiers, le développement de $\sqrt[n]{a}$ par la formule du binôme est absolument de même nature que le développement de $\sqrt[np]{a}$; par suite, il n'y a pas lieu de distinguer ces deux cas. Au contraire, $\sqrt[n]{b+\sqrt[p]{a}}$ représente une quantité tout autre; si a est une quantité rationnelle, et si b est ou une quantité rationnelle ou une quantité irrationnelle du premier ordre, on pourra dire avec Wronski que $\sqrt[n]{a}$ est du premier ordre et que $\sqrt[n]{b+\sqrt[p]{a}}$ est du second ordre. Suivant Abel, l'expression

$$(8)\qquad \sqrt{2}+\sqrt{3-\sqrt{2}+\sqrt{\pi}}+\sqrt[3]{5+\sqrt{\pi}+\sqrt{3-\sqrt{2}+\sqrt{\pi}}},$$

où $\sqrt{2}$ et $\sqrt{\pi}$ sont connus, est une irrationnelle du deuxième ordre, « car, outre les radicaux $\sqrt{2}$ et $\sqrt{\pi}$, elle ne contient que les radicaux « $\sqrt{3-\sqrt{2}+\sqrt{\pi}}$ et $\sqrt[3]{5+\sqrt{\pi}+\sqrt{3-\sqrt{2}+\sqrt{\pi}}}$. » Suivant Wronski, l'expression (8) est du troisième ordre, parce que le troisième terme est du troisième ordre, et les deux autres d'ordres inférieurs. C'est ainsi que les racines d'une équation algébrique de degré m sont généralement des expressions radicales de l'ordre $m-1$. Wronski a signalé ce fait en 1811, dans l'*Introduction à la Philosophie des Mathématiques*.

» La classification des radicaux d'après Abel est, par suite de ce que l'on vient de voir, une classification conventionnelle et particulière ; par conséquent, les propositions auxquelles elle servirait de base manqueraient de la généralité nécessaire. Par exemple, une démonstration de l'impossibilité de la résolution algébrique des équations, basée sur cette classification, bien que logiquement déduite, n'en conduirait pas moins à une conclusion fausse.

» Il est à présumer qu'Abel eût rectifié ses erreurs s'il lui eût été possible de terminer son Mémoire sur les équations algébriques. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la transformation de l'oxygène en ozone par l'effluve électrique, en présence d'un gaz étranger.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis**.

« Dès les premiers travaux sur l'oxygène électrisé, on a su produire l'ozone aux dépens de l'air; on n'a cependant pas encore de données précises sur la transformation partielle de l'oxygène lorsque ce gaz est mélangé à l'azote, et à plus forte raison lorsqu'il se trouve en présence de gaz divers. Nous allons résumer nos expériences sur les mélanges d'oxygène avec le chlore, l'azote, l'hydrogène et le fluorure de silicium, et en comparer les résultats avec ceux obtenus par M. Berthelot en décomposant l'acide carbonique par l'effluve électrique.

» 1. Le chlore et l'oxygène libres étant regardés comme ne pouvant se combiner directement, on pouvait penser qu'un mélange de ces deux gaz fournirait de l'ozone et s'enrichirait en oxygène actif beaucoup plus rapidement qu'un mélange d'oxygène et d'azote. Mais nos expériences nous ont appris qu'un pareil mélange ne fournit pas d'ozone et qu'une très petite quantité de chlore suffit pour s'opposer à la transformation isomérique de l'oxygène. Bien plus, si l'on introduit dans de l'oxygène ozonisé un volume même très petit de chlore, l'ozone se détruit complètement, pendant l'acte de l'électrisation, en un temps comparable à celui qu'on avait dû employer pour le produire. Nous avons lieu de croire qu'il se forme un composé chloré dont l'instabilité donnera la clef de cette décomposition.

» 2. L'azote mélangé à l'oxygène permet de transformer en ozone une proportion d'oxygène généralement plus forte que si ce gaz était soumis seul à l'effluve sous la pression qu'il supporte dans le mélange gazeux. Le

Tableau I donne la proportion d'ozone formée à — 23° et à 0° dans l'air et dans quelques autres mélanges moins riches en oxygène :

Pression du mélange.	Pression d'oxygène.	Proportion d'ozone en poids à — 23°.	Proportion d'ozone en poids à 0°.
760 mm	159 mm (air)	0,216	0,143
760	88	0,240 à 0,192	»
760	37,7	»	0,147 à 0,142

» La teneur en ozone est constante à 0°, puisque, en réduisant au quart de sa valeur primitive la pression de l'oxygène dans le mélange, on retrouve à peu près la proportion d'ozone dont l'air peut se charger.

» Une diminution de pression, comprise entre les mêmes limites, produit au contraire dans l'oxygène pur, ainsi qu'on peut le voir par les données numériques du Tableau II, un abaissement très sensible dans la teneur en ozone :

Pression de l'oxygène.	Proportion d'ozone en poids à — 23°.	Proportion d'ozone en poids à 0°.
760 mm	0,214	0,149
180	0,181	0,137
111	»	0,110
87	0,163	»
57	»	0,095

» La comparaison des nombres obtenus avec l'oxygène pur et avec l'oxygène mélangé à l'azote montre que, pour les basses pressions, la proportion d'ozone est augmentée de près de moitié par la présence de ce gaz et qu'elle est presque celle trouvée dans l'oxygène pur sous la pression atmosphérique.

» **3.** L'hydrogène mélangé à l'oxygène ne s'oppose pas à la formation de l'ozone, ce qu'on aurait pu prévoir, M. Berthelot ayant observé que l'hydrogène et l'oxygène ne se combinent pas sous l'influence de l'effluve à faible tension. Nous avons constaté qu'à une même température et à une même pression d'oxygène la proportion d'ozone est notablement plus grande en présence de l'hydrogène qu'en présence de l'azote.

» **4.** L'oxygène, soumis à l'effluve en présence du fluorure de silicium, se transforme partiellement en ozone; la teneur en ozone, difficile à fixer rigoureusement, ne paraît pas inférieure à 0,40. Cette forte proportion d'ozone est obtenue avec un mode de décharge aussi différent que possible de la véritable effluve, car c'est la pluie de feu très lumineuse, que nous

avons décrite et indiquée comme le type le plus parfait de ce phénomène, qui détermine ici la transformation de l'oxygène.

» 5. Les résultats de ces expériences rappellent, par la forte proportion d'oxygène actif, ceux de M. Berthelot sur la décomposition de l'acide carbonique par l'effluve. Ils pourraient conduire à faire un choix entre les deux interprétations données des propriétés oxydantes que possèdent les produits de la décomposition de cet acide, savoir la formation d'un acide percarbonique ou la transformation en ozone d'un tiers au moins de l'oxygène mis en liberté, car les expériences faites avec le fluorure de silicium indiquent cette proportion d'ozone comme parfaitement compatible avec les propriétés de l'ozone dilué dans un gaz.

» Quoiqu'on puisse réduire le rôle des décharges électriques, dans la transformation isomérique de l'oxygène, à placer momentanément ce gaz dans les conditions d'un corps susceptible de fixer de la chaleur, les équilibres obtenus par des décharges identiques sont seuls comparables, car cette identité est la seule garantie que les expériences ont été exécutées à une même température. Ainsi, rien de plus différent que les résultats obtenus par les étincelles et par les autres formes de la décharge, pluie de feu et effluve proprement dite, même dans de l'oxygène maintenu à température constante.

» A l'égard de ces deux derniers modes de décharge, nous devons établir des distinctions non moins importantes, car, si les tensions de transformation de l'oxygène dilué dans un gaz et celles de l'oxygène pur raréfié dans un espace de même volume ne sont pas toujours les mêmes et si les écarts entre les deux séries de déterminations s'accusent d'autant plus que la pression de l'oxygène est plus faible, c'est que la décharge conserve dans le mélange gazeux les caractères de la pluie de feu, tandis que dans l'oxygène pur raréfié à un certain degré elle se réduit à des lueurs phosphorescentes. L'addition d'un gaz étranger assure la constance du mode de décharge sous forme de pluie de feu.

» Si le gaz ajouté possède, comme c'est le cas pour l'azote, des propriétés physiques voisines de celle de l'oxygène, les tensions de transformation dans les mélanges obéissent à la loi de proportionnalité, et de plus leurs valeurs sont telles, que la teneur en ozone est celle qu'on trouve à la même température dans l'oxygène pur sous la pression de 760^{mm}. Cette concordance tend à prouver que cet artifice permet d'ozoniser à une même température l'oxygène sous des pressions variées.

» Mais l'oxygène est-il mélangé à de l'hydrogène ou à du fluorure de

silicium, les teneurs en ozone sont plus élevées que les précédentes, comme si la présence de ces gaz permettait d'opérer la transformation à température moindre. Les pluies de feu propres à ces gaz n'étant pas identiques à celles qu'on observe dans l'oxygène, on n'a aucune raison pour supposer qu'elles les portent à la même température; mais, si l'on remarque que ces gaz, meilleurs conducteurs de la chaleur ou moins faciles à échauffer que l'oxygène, doivent prendre en réalité une température moins élevée que l'oxygène pur placé dans un tube à décharges alternatives d'une égale surface de refroidissement, on comprend pourquoi ces mélanges sont plus riches en ozone.

» Dans l'étude de la transformation isomérique de l'oxygène, la distinction des différentes pluies de feu entre elles et avec l'effluve n'est donc pas moins nécessaire à signaler que celle, déjà ancienne, entre l'effluve et les étincelles. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlore et de l'acide chlorhydrique sur le chlorure de plomb*. Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« Lorsqu'on fait passer un courant de chlore dans une solution saturée, à 12° par exemple, de chlorure de plomb, on observe que, à mesure que le gaz se dissout, du sel se dépose, et, quand la liqueur est saturée, au lieu de 13^{gr} de chlorure qu'elle renfermait d'abord par litre, elle n'en contient plus que 5,5; en même temps elle a acquis des propriétés nouvelles : étendue de vingt fois son volume d'eau, elle donne, au bout de quelques heures, un dépôt brun de peroxyde de plomb hydraté adhérant aux parois du vase et contient alors de l'acide chlorhydrique. On obtient le même résultat en ajoutant de l'eau de chlore à une solution de chlorure de plomb. Il se produit là un phénomène absolument semblable à celui que M. Berthelot a étudié dans son Mémoire sur la préparation du chlore (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 251) : le chlorure de plomb dissous est partiellement décomposé et l'oxyde de plomb peroxydé par les oxacides du chlore que M. Berthelot a montré exister dans les solutions étendues de ce gaz (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 191); en même temps il se forme de l'acide chlorhydrique, qui tend à dissoudre le peroxyde de plomb formé, et un état d'équilibre s'établit entre les deux réactions inverses possibles. La dilution de la liqueur, augmentant la quantité de chlorure décomposé,

doit rendre plus considérable le dépôt de peroxyde : c'est bien ce que l'expérience vérifie.

» Si, à la solution aqueuse de chlorure de plomb, on ajoute de l'acide chlorhydrique et qu'on fasse passer un courant de chlore en présence d'un excès de chlorure en maintenant la température invariable, on s'aperçoit que du chlorure de plomb se dissout peu à peu; en même temps la liqueur se colore, devenant d'autant plus rouge qu'elle est plus concentrée, et elle arrive à contenir jusqu'à 180^{gr} de chlorure par litre de liquide contenant 290^{gr} d'acide chlorhydrique. Toutes ces dissolutions donnent avec l'eau un précipité brun de peroxyde de plomb, avec le nitrate d'argent un précipité rose plus ou moins foncé, qui, traité par l'ammoniaque, laisse du bioxyde de plomb insoluble dans ce réactif comme dans l'acide azotique étendu.

» On obtient des résultats tout à fait du même ordre en traitant de l'acide chlorhydrique plus ou moins concentré par un excès de bioxyde de plomb; en évitant toute élévation de température, on obtient des liqueurs colorées comme les précédentes, se comportant comme elles avec l'eau et les différents réactifs; mais, quoique le bioxyde soit en excès, jamais la réaction n'est complète : il s'établit un équilibre comparable à celui que M. Berthelot a étudié dans l'action du bioxyde de manganèse sur l'acide chlorhydrique.

» Ces expériences autorisent à penser qu'il se forme dans ces circonstances un chlorhydrate perchloruré de plomb analogue au chlorhydrate perchloruré de manganèse de M. Berthelot. Ce composé, destructible par l'eau, se dissout suivant les lois ordinaires, en donnant du chlore et de l'acide chlorhydrique, jusqu'à ce que l'équilibre ait lieu entre les éléments mis en présence; il s'en forme d'autant plus, dans l'action du chlore sur le mélange de chlorure et d'acide, que ce dernier est en proportion plus forte, et l'on arrive toujours à un certain état d'équilibre qui, à une température donnée, dépend des proportions relatives des corps réagissants. Il en est de même dans l'action du bioxyde de plomb sur l'acide chlorhydrique. Le chlorhydrate perchloruré de plomb est d'ailleurs d'autant plus stable, dans une même liqueur, que sa température est plus basse : ainsi 1^{lit} de dissolution contenant 190^{gr} d'acide chlorhydrique contient 175^{gr} de chlorure de plomb à $+10°$ et 312^{gr} à $-15°$; la chaleur le décompose avec émission de chlore et dépôt de chlorure de plomb. Avec des liqueurs très chargées d'acide chlorhydrique, on observe un nouveau phénomène; il se

produit bien encore du chlorhydrate perchloruré, mais, à partir d'un certain degré de concentration, la quantité de chlorure de plomb dissous diminue graduellement au lieu d'augmenter, à mesure que la proportion d'acide chlorhydrique s'accroît davantage : ainsi, à 12°, une liqueur qui contient par litre 290^{gr} d'acide chlorhydrique retient, après le passage du chlore, 175^{gr} de chlorure de plomb ; elle n'en dissout que 42^{gr} quand elle renferme 480^{gr} d'acide chlorhydrique.

» Nous retrouvons ici l'opposition signalée par M. Berthelot (*Mécanique chimique*, t. II, p. 149, 153, 409, 505, etc.) entre les réactions données par les hydracides étendus et celles que fournissent leurs solutions concentrées; les premières renferment des hydrates définis, stables, associés à un grand excès d'eau; les secondes contiennent en même temps des hydrates dissociés et des hydracides anhydres, qui, conservant encore la chaleur que les hydrates stables ont dégagée dans leur combinaison avec l'eau, sont capables de produire des réactions toutes différentes et même inverses. C'est précisément dans les liqueurs renfermant plus d'acide que l'hydrate HCl 13HO que le poids de chlorure de plomb dissous commence à décroître; d'ailleurs les expériences suivantes montrent bien comment l'acide anhydre vient agir. Si dans une liqueur quelconque contenant, à 12° par exemple, une grande quantité de chlorhydrate perchloruré de plomb, on fait passer simultanément deux courants d'acide chlorhydrique et de chlore en maintenant la température invariable, on voit bientôt se produire une effervescence énergique de chlore qui se dégage; de belles paillettes de chlorure de plomb se déposent en même temps, et, quand la liqueur est saturée d'acide chlorhydrique, elle est faiblement jaune et 1^{lit} ne contient plus que 42^{gr} de chlorure de plomb. De même, si l'on fait traverser de l'acide chlorhydrique saturé à 12° par un courant de chlore et d'acide en ajoutant peu à peu du bioxyde de plomb, celui-ci se dissout continuellement, dégage du chlore et dépose du chlorure de plomb, mais la liqueur n'en renferme jamais par litre que 42^{gr}.

» En résumé, lorsqu'à une température donnée on fait passer du chlore dans une liqueur renfermant un excès de chlorure de plomb et des quantités croissantes d'acide chlorhydrique, ce gaz, agissant d'abord sur le chlorure dissocié par l'eau, forme du bioxyde de plomb et de l'acide chlorhydrique, entre lesquels s'établit un état particulier d'équilibre; la quantité d'acide augmentant, il se produit des quantités de plus en plus grandes de chlorhydrate perchloruré de plomb, toujours dissocié, de telle manière que la liqueur renferme constamment de l'acide chlorhydrique et du

chlore libre, qui se dégage dès que sa proportion dépasse celle qui correspond au degré de dissociation du chlorhydrate dans les conditions de l'expérience. Les choses se passent ainsi tant que la liqueur ne contient de l'acide chlorhydrique que sous la forme d'hydrate stable, mais, dès qu'elle renferme de l'acide anhydre, comme la transformation des hydrates stables d'acide chlorhydrique en hydrates dissociables absorbe de la chaleur (*Mécanique chimique*, t. II, p. 151 à 154), la liqueur concentrée donne lieu à une réaction d'un autre ordre, due à l'action de l'acide anhydre de l'hydrate dissociable qu'elle renferme, et il s'établit un nouvel état d'équilibre; le chlorhydrate perchloruré se décompose à mesure que la quantité d'hydrate dissociable augmente, c'est-à-dire en même temps que la liqueur se concentre davantage; sa décomposition est, d'ailleurs, d'autant plus incomplète que la température à laquelle on opère est plus basse. En définitive, de même que la décomposition du chlorhydrate perchloruré de plomb a lieu par l'eau dans une liqueur étendue, elle a lieu aussi par l'acide chlorhydrique dans une solution concentrée. A une température constante, sa dissociation, d'abord très considérable, diminue à mesure que l'on ajoute de l'acide chlorhydrique à la liqueur, et elle passe par un minimum à partir duquel elle croît de nouveau quand la proportion d'acide chlorhydrique dissous augmente davantage. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur les combinaisons du gaz ammoniac avec le chlorure et l'iodure de palladium.* Note de M. ISAMBERT, présentée par M. Debray.

« L'iodure de palladium, mis en contact avec le gaz ammoniac sec, absorbe ce corps, comme on sait, pour donner naissance à l'iodure $PdI, 2AzH^3$, qu'on appelle *iodure de palladiammonium*. Chauffé dans le vide, cet iodure dégage le gaz ammoniac auquel il était combiné, et la tension du gaz, constante à la même température, est de 1^{atm} à $110°$. Quand la moitié du gaz a été chassée, la tension diminue rapidement, et c'est à $235°$ seulement qu'on obtient de nouveau une tension constante de l'atmosphère avec l'iodure de palladiammonium PdI, AzH^3, qui reste comme résidu de la première expulsion. Du reste, les différences de coloration de la matière soumise à l'expérience permettent de suivre facilement ces diverses transformations : en effet, l'iodure de palladiammonium, qui est blanc, se change d'abord en iodure rouge de palladiammonium, puis enfin en iodure de palladium, qui est noir. En résumé, l'iodure de palla-

dium ammoniacal se comporte, sous l'influence de la chaleur, exactement comme les chlorures ammoniacaux d'argent, de zinc, etc.

» Le chlorure de palladium anhydre se comporte de la même manière : il absorbe, rapidement d'abord, lentement ensuite, le gaz ammoniac sec, pour donner le chlorure de palladiammonium. Soumis à l'action de la chaleur dans le vide, ce chlorure se décompose en dégageant du gaz ammoniac, dont la tension, constante à la même température, est de 760^{mm} à 210°, et laisse un résidu de chlorure de palladiammonium $PdCl, AzH^3$. Ce dernier corps se décompose seulement à une température plus élevée, en donnant, comme produits d'une décomposition complète, du palladium, du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'acide chlorhydrique, etc.

» J'ai complété cette étude par la mesure des chaleurs de combinaison du gaz ammoniac avec ces corps, ainsi que je l'ai déjà fait pour d'autres chlorures ammoniacaux. La méthode générale que j'ai employée pour d'autres chlorures ammoniacaux s'applique bien pour les composés $PdI, 2AzH^3$ et $PdCl, 2AzH^3$. Traités par l'acide chlorhydrique étendu, ces corps lui cèdent la moitié de leur ammoniaque pour former du chlorhydrate d'ammoniaque, qui reste dissous, et des chlorures et iodures de palladiammonium, qui sont à peu près insolubles. Les déterminations sont moins rapides que pour les chlorures ammoniacaux d'argent ou de zinc; en outre, l'iodure de palladiammonium affecte deux états isomériques, et, par suite, les mesures n'ont pas le même degré de précision. J'ai trouvé dans trois expériences les nombres $15^{cal},24$, $15^{cal},50$ et $15^{cal},96$, dont la moyenne est $15^{cal},56$ pour la chaleur de combinaison de $1^{éq}$ de gaz ammoniac avec le chlorure $PdCl, AzH^3$. $1^{éq}$ de gaz ammoniac, en se combinant avec PdI, AzH^3, m'a donné $12^{cal},50$, $12^{cal},90$ et $13^{cal},15$; moyenne $12^{cal},88$.

» Cette méthode ne convient plus pour la mesure de la chaleur de combinaison du gaz ammoniac avec l'iodure ou le chlorure de palladium, qui ne sont plus attaqués sensiblement par l'acide chlorhydrique; mais la combinaison du gaz ammoniac avec ces corps est assez rapide pour qu'on puisse l'effectuer dans un tube plongé dans le calorimètre et mesurer directement la chaleur dégagée, sans que les corrections apportent d'incertitude dans les résultats. En quelques minutes on peut élever de plus de 1° la température des 500^{gr} d'eau que contient le calorimètre. L'augmentation de poids du tube donne le gaz ammoniac qui a été absorbé pour produire l'effet thermique observé. On ne peut, il est vrai, empêcher la formation d'une petite quantité du composé qui renferme $2AzH^3$; les nombres obtenus par cette méthode seront donc toujours un

peu trop faibles; ils représentent une valeur minimum de la chaleur dégagée dans la combinaison. J'ai trouvé ainsi 17^{cal} pour la chaleur de combinaison de $1^{éq}$ de gaz ammoniac avec l'iodure de palladium et 20^{cal} pour la combinaison $PdCl, AzH^3$.

» La chaleur de combinaison du gaz ammoniac avec l'acide chlorhydrique étendu étant de $21^{cal},25$, il semble que cet acide devrait enlever l'ammoniaque à l'iodure de palladiammonium : c'est en effet ce qui a lieu immédiatement si l'on chauffe légèrement l'acide chlorhydrique, ce qui se produit lentement au bout de plusieurs semaines si on laisse cet iodure en contact avec l'acide chlorhydrique étendu. Les différences des chaleurs de combinaison sont faibles, et l'insolubilité des composés retarde encore la réaction.

» Le protochlorure de platine anhydre dégage encore plus de chaleur en se combinant au gaz ammoniac; j'ai obtenu, par le même procédé direct, $31^{cal},35$ pour la chaleur de formation de $PtCl, AzH^3$. On comprend immédiatement que le chlorure de platinammonium sera inattaquable par l'acide chlorhydrique, qui ne donnerait dans ces conditions que $21^{cal},25$.

» Ces expériences montrent qu'il n'y a pas de différence essentielle entre des combinaisons capables de donner naissance à des chlorures ammoniométalliques et celles que l'on a désignées seulement sous le nom de *chlorures ammoniacaux*. La chaleur de combinaison est seulement plus grande dans le premier cas que dans le second, et c'est cette différence qui augmente la résistance du composé à l'action des acides.

» En résumé :

$PdIAzH^3 + AzH^3$	dégage	$12^{cal},88$;	sa tension de dissociation est de 760^{mm}	à 110°.
$PdI + AzH^3$	»	17;	»	à 235.
$PdCl, AzH^3 + AzH^3$	»	15,56;	»	à 210.

» J'avais trouvé, dans des expériences antérieures, que :

$ZnCl, AzH^3 + AzH^3$	dégage	$11^{cal},90$;	sa tension de dissociation est de 760^{mm}	à 89°.
$MgCl, AzH^3 + 2AzH^3$	»	$2 \times 13,07$ environ;	»	à 142.
$CaCl + AzH^3$	»	14,03;	»	vers 180.

» Il y a donc entre les tensions de dissociation et les chaleurs de combinaison une relation en vertu de laquelle, sans établir un rapport mathématique simple, les causes du dégagement de chaleur étant trop complexes, on peut dire que les tensions de dissociation sont d'autant plus

faibles à la même température que la chaleur de combinaison est plus grande. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation du chloroforme par l'alcool et le chlorure de chaux; équation de la réaction et cause du dégagement d'oxygène qui s'y manifeste.* Note de M. A. **Béchamp**. (Extrait.)

« Les auteurs, en général, se dispensent d'expliquer la réaction par laquelle l'alcool et le chlorure de chaux engendrent le chloroforme. Quant à ceux qui ont tenté de l'expliquer, ou bien ils ne sont pas d'accord, ou ils l'expriment par des équations inacceptables....

» Il y a longtemps que, dans mes Leçons à la Faculté de Médecine de Montpellier, pour la clarté de l'enseignement, pour l'enchaînement des idées et pour rattacher la réaction à l'expérience célèbre qui a contribué à fonder la théorie des substitutions, j'ai essayé de me rendre compte de la réaction et d'expliquer le boursouflement et le dégagement gazeux qui se manifestent à un moment donné. Je me suis convaincu que ce gaz n'est pas l'acide carbonique, n'en contient même pas une trace appréciable : c'est de l'oxygène presque pur. Ce dégagement peut avoir deux causes, la réaction même qui fournit le chloroforme, ou une décomposition particulière de l'hypochlorite, ce qui, pour expliquer la réaction, conduit à deux systèmes d'équations, tous les deux calqués sur celle que M. Dumas a publiée jadis et qui est dans la mémoire de tous les chimistes; il se forme d'abord $C^4H^4O^2$ par la déshydrogénation, sans substitution, de l'alcool; puis naît le chloral par substitution, et c'est celui-ci qui, en présence de l'hydrate de chaux, produit le chloroforme.

» *Premier système.* — Il suppose que la déshydrogénation de l'alcool se fait par le chlore, comme dans l'équation de M. Dumas, l'acide hypochloreux se décomposant en chlore qui réagit et en oxygène qui se dégage :

1° $C^4H^6O^2 + Cl^2 = 2HCl + C^4H^4O^2$,
2° $C^4H^4O^2 + Cl^6 = 3HCl + C^4HCl^3O^2$,
3° $C^4HCl^3O^2 + CaO\,HO = C^2HO^3CaO + C^2HCl^3$.

» $8^{éq}$ d'hypochlorite (8CaO,ClO) interviendraient, et $8^{éq}$ d'oxygène deviendraient libres. Le dégagement d'oxygène est expliqué, sans doute, mais c'est beaucoup d'oxygène, et il faut convenir qu'on ne s'explique pas aisément cette décomposition de l'acide hypochloreux et ce chlore

agissant sur l'alcool en présence des masses énormes d'hydrate de chaux qui existent dans le mélange réagissant.

» *Second système.* — Il suppose que l'alcool va s'attaquer à l'acide hypochloreux lui-même, dans l'hypochlorite, dont le chlore et l'oxygène, à la fois, enlèvent à l'alcool l'hydrogène, pour le constituer à l'état de $C^4H^4O^2$ (¹); après quoi, l'oxygène et le chlore agissant toujours simultanément, l'un enlève l'hydrogène, auquel l'autre se substitue pour produire le chloral, que l'hydrate de chaux dédouble. On aurait donc successivement

$$1^\circ \; C^4H^6O^2 + ClOCaO = HO + HCl + CaO + C^4H^4O^2 = 2HO + CaCl + C^4H^4O^2;$$
$$2^\circ \; C^4H^4O^2 + 3ClOCaO = 3HO + 3CaO + C^2HCl^3O^2 = 3CaOHO + C^4HCl^3O^2;$$
$$3^\circ \; C^4HCl^3O^2 + CaOHO = C^2HO^3CaO + C^2HCl^3,$$

et ces trois équations, par l'élimination des termes communs aux deux membres, se réduisent à une seule qui représente l'équilibre final :

$$C^4H^6O^2 + 4ClOCaO = CaCl + 2HO + 2CaOHO + C^2HO^3CaO + C^2HCl^3,$$

laquelle fait clairement voir que, si l'acide formique est oxydé pour faire de l'acide carbonique, celui-ci naîtrait en présence d'une quantité plus que suffisante de chaux pour le retenir, puisqu'à l'hydrate qui se produit s'ajoute celui que comporte le procédé Hurant et Larocque. Cette équation, toutefois, n'est vraie que s'il est prouvé que, pendant la réaction qui produit le chloroforme, il ne se dégage pas de gaz oxygène ou autre. Mais, si elle résume toute la réaction, d'où vient l'oxygène dont j'ai parlé? et quelle est la cause du boursouflement qui a préoccupé certains auteurs?

» L'oxygène doit venir de l'hypochlorite sans doute; mais, d'après les auteurs, voici dans quelles circonstances le chlorure de chaux le dégage : 1° Quand on le chauffe, au rouge sombre, avec un peu de chaux éteinte (H. Sainte-Claire Deville); 2° quand on le fait bouillir en solution concentrée avec un peu de peroxyde de cobalt (formé en ajoutant un peu de sel de cobalt à la solution) (Fleitmann); 3° ou bien quand on remplace le peroxyde de cobalt par l'hydrate de peroxyde de fer ou par le bioxyde de cuivre (Boettger).

» Évidemment, aucune de ces circonstances n'est réalisée dans la préparation du chloroforme. Pour résoudre le problème et vérifier l'équation, j'ai fait les expériences suivantes :

(¹) On conçoit, en effet, puisque l'alcool donne $C^4H^4O^2$ par le chlore comme par l'oxygène seul, qu'il le donne par les deux agissant à la fois, dans ClO.

» 1° J'ai mis le mélange : 100gr de chlorure de chaux, 50gr de chaux préalablement éteinte et 400cc d'eau, dans une cornue munie d'un récipient et d'un tube abducteur pour recueillir les gaz. Lorsque la température a atteint environ 80° C., on y a introduit 15gr de chloroforme (la quantité que produirait le mélange avec l'alcool). Aussitôt, boursouflement et distillation du chloroforme. Pendant cette distillation, dégagement d'un peu d'air. Bientôt après, la température étant élevée jusqu'à l'ébullition du mélange, le dégagement gazeux a commencé, d'abord mélangé d'air et d'oxygène, puis d'oxygène très pur, sans trace d'acide carbonique. Le contenu de la cornue devient d'un beau rouge par la formation d'un peu d'hypermanganate, grâce à la chaux, qui était manganésifère.

» 2° Le même mélange de chlorure de chaux, de chaux et d'eau, en même quantité, est chauffé seul. Dès que la température eut atteint le degré de son ébullition, le dégagement gazeux commença, et bientôt on put recueillir de l'oxygène pur. Le mélange devint d'un beau rouge. La chaux est-elle une condition de ce dégagement ? L'expérience suivante répond à la question.

» 3° 100gr de chlorure de chaux et 400cc d'eau, sans aucune addition, sont portés à l'ébullition dans le même appareil. Le dégagement commence presque aussitôt, et bientôt on recueille de l'oxygène pur, jusqu'à ce que le mélange dans la cornue se soit desséché. Le contenu de la cornue devient aussi d'un beau rouge. Le chlorure de chaux peut donc dégager de l'oxygène sans aucune addition, dans ces circonstances. J'étudie le phénomène au point de vue des applications.

» 4° La préparation du chloroforme est reprise. Le mélange (100gr de chlorure de chaux, 50gr de chaux vive préalablement éteinte et 400cc d'eau) est porté à environ 80° C. ; on y ajoute alors 16gr d'alcool à 90° : presque aussitôt, la réaction et le boursouflement se manifestent : le chloroforme distille en même temps. Aussi longtemps que le chloroforme distille, le gaz dégagé n'est que de l'air dilaté. Lorsque tout le chloroforme a distillé et que la température s'est élevée, un dégagement abondant d'oxygène se produit, très pur, sans acide carbonique. Dans ces conditions, le contenu de la cornue ne devient pas rouge.

» En résumé, le chloroforme se produit sans dégagement de gaz : le boursouflement est dû exclusivement au chloroforme, qui se trouve dans un milieu dont la température est plus élevée que son point d'ébullition et grâce à la tension de sa vapeur ; le dégagement gazeux ne commence que lorsqu'il a complètement distillé et que la température s'élève pour at-

teindre celle qui est nécessaire pour faire bouillir le mélange de chlorure de chaux et d'eau. Bref, c'est le second système d'équations que l'expérience confirme. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation et le développement des Gordiens.* Deuxième Note de M. A. Villot, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« L'état adulte est caractérisé, chez les Dragonneaux, par l'atrophie de l'appareil digestif, le développement des organes génitaux, des téguments, de l'appareil musculaire et du système nerveux.

» Les téguments n'ont pas la structure complexe que le Dr O. von Linstow leur a tout récemment attribuée. On n'y distingue que deux couches : l'une superficielle, anhiste, incolore, mesurant à peine $0^{mm},001$; l'autre profonde, formée de fibres élastiques entre-croisées, plus ou moins fortement colorée, et ayant une épaisseur moyenne de $0^{mm},029$. Ces deux courbes correspondent à la cuticule des Nématoïdes et n'en diffèrent pas à l'origine. Les fibres élastiques qui constituent la couche profonde ne se différencient que vers la fin de la seconde période larvaire.

» La description que j'ai donnée du système nerveux s'explique très naturellement par l'organogénie, et elle n'est pas sans analogie avec celle que l'on accepte pour d'autres animaux. Les rapports de continuité qui existent entre l'organe cérébroïde, le cordon ventral et l'hypoderme sont mis en évidence par des coupes longitudinales et transversales. Ce sont là des faits que j'ai le premier signalés et qui ont leur valeur propre, indépendamment de toute interprétation physiologique. Chez la larve du *Gordius* on trouve, à la place de l'organe cérébroïde, un véritable anneau qui livre passage à l'œsophage et qui est l'homologue de celui qu'on observe chez tous les Nématoïdes. La transformation du collier œsophagien en un ganglion céphalique, chez les Dragonneaux adultes, est la conséquence de la disparition de l'œsophage. La réunion des centres médullaires en un seul cordon, situé dans la région ventrale, résulte de ce fait qu'il n'existe, chez les Gordiens, ni champs latéraux, ni lignes submédianes, ni ligne dorsale. Ce caractère important justifie pleinement la création d'un ordre spécial pour le genre *Gordius*; il rapproche les Dragonneaux des Siponcles, et établit de la sorte un passage bien marqué de la classe des Helminthes à celle des Géphyriens. Le réseau de fibres et de cellules qui constitue l'hypoderme est mis hors de doute au moyen de coupes convenablement

orientées et de l'emploi des matières colorantes, et son attribution au système nerveux n'a rien qui étonne quand on a égard aux formes transitoires que revêt cet appareil chez les types supérieurs du règne animal. Le système nerveux des Dragonneaux s'arrête à cette phase du développement qui représente la différenciation des centres médullaires par bourgeonnement du feuillet ectodermique. Bien qu'il soit encore intimement uni à l'hypoderme, leur cordon ventral a déjà franchi la zone musculaire et pénétré dans la région moyenne du corps. C'est la même phase organogénique que nous observons chez les Nématoïdes adultes; mais la différenciation des centres nerveux paraît ici moins avancée. Elle l'est encore moins chez les Polygordiens. Le *Polygordius Villoti* a un cordon ventral de forme très aplatie, situé sous la couche musculaire et en contact immédiat avec l'hypoderme. Le système nerveux des Gordiens jouit de propriétés absorbantes très remarquables qui peuvent, dans certaines conditions, lui donner l'apparence d'un véritable appareil vasculaire. L'eau y pénètre avec la plus grande facilité et y cause de singulières altérations pour peu que l'animal perde de sa vitalité. Les cellules du réseau hypodermique se dilatent et deviennent piriformes; l'épiderme des papilles se gonfle aussi et se prolonge à l'extérieur sous forme de tubes ou de longs filaments. Ces altérations ont été décrites par Mœbius et Grenacher comme parties normales et intégrantes de l'animal, par Von Siebold et par moi-même comme des algues parasites.

» Les éléments musculaires des Dragonneaux dérivent de la cellule embryonnaire par une série de modifications très simples. Le myoblaste passe, par élongation et compression latérale, de la forme sphérique à l'état rubanaire. L'enveloppe de la cellule constitue le myolemme et son contenu (protoplasme et noyau confondus) se transforme en substance contractile. Celle-ci se condense contre la paroi cellulaire et se divise en fibrilles longitudinales, parallèles au grand axe de la fibre. L'épaisseur de la couche musculaire s'accroît ainsi en raison directe de l'aplatissement latéral des cellules embryonnaires. Ce processus de formation, qui est commun aux Nématoïdes, aux Gordiens et aux Polygordiens, atteint chez ces derniers son maximum de développement.

» L'atrophie de l'appareil digestif consiste principalement dans la disparition de la bouche et de l'œsophage. Le soi-disant « *organe sécréteur* », décrit par Meissner chez les Dragonneaux adultes, n'est autre chose que l'intestin. Sa véritable nature nous est attestée par ce fait, qu'il est en rapport de continuité, chez les larves, avec la bouche et l'œsophage. Chez les

adultes, nous voyons qu'il s'ouvre en arrière dans le cloaque et qu'il se termine en avant, au-dessous du ganglion céphalique, par un cœcum très effilé. Le rétrécissement de l'extrémité antérieure de l'intestin résulte à la fois de la dégénérescence de ses tissus et d'une sorte d'étranglement occasionné par les fibres conjonctives du parenchyme.

» Les divisions du cloaque de la femelle, que Grenacher a désignées sous les noms de *réceptacle séminal*, d'*utérus* et de *cloaque proprement dit*, ne correspondent ni à des différences de structure, ni à des différences de fonction.

» Quant au parenchyme, il est constitué par des éléments anatomiques très divers. Certaines parties restent, même chez les adultes, à l'état de tissu embryonnaire; d'autres passent à l'état de tissu conjonctif ou même de tissu cartilagineux. On peut voir, en pratiquant des coupes transversales sur le cloaque des femelles, comment ces divers tissus dérivent les uns des autres. On y distingue, en effet, quatre zones bien caractérisées. La plus inférieure est entièrement composée de cellnles embryonnaires, non encore modifiées, mais déjà en voie de prolifération. La deuxième zone est formée de cellules ayant toutes les propriétés de la cellule cartilagineuse. La troisième zone montre le passage de la cellule cartilagineuse au corpuscule conjonctif. La quatrième et dernière zone est représentée par du tissu conjonctif normal, tel qu'on l'observe chez la plupart des animaux inférieurs. »

M. E. du Treux adresse une Note relative à un bolide observé à Amiens le 2 novembre, à $4^h 58^m$ du soir.

Ce bolide, dont le diamètre apparent était environ un sixième de celui de la Lune, a surtout été remarquable par ses changements de couleur; il a été visible pendant dix à quinze secondes, et a pris, en parcourant un arc de 20° à 25°, des teintes successivement bleues, jaunes et rouges; à chaque changement de teinte, correspondait une projection de parcelles brillantes.

M. E. Delaurier adresse une « Étude critique sur le photophone de M. Graham Bell ».

M. Daubrée présente, au nom de l'auteur, M. *de Botella*, inspecteur général des Mines, la Carte géologique de l'Espagne, qui vient d'être publiée et dont l'Académie avait déjà reçu le manuscrit en décembre 1878 [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1099.

Postérieurement aux publications fondamentales dont on est redevable à notre éminent et regretté confrère M. de Verneuil, et à son collaborateur, M. Collomb, c'est-à-dire depuis quinze ans, bien des faits nouveaux et nombreux ont été observés, soit par M. de Botella, soit par divers géologues et ingénieurs dont les noms figurent sur la Carte. Toutes ces données nouvelles ont amené diverses additions et modifications, que l'on peut suivre distinctement, malgré la petitesse de l'échelle, sur cette Carte, dont le canevas géographique est dû à M. Coello. On y remarque comment de nombreux pointements de roches éruptives de diverses époques y sont répartis en directions bien déterminées. Les géologues consulteront cette Carte fort utilement et avec d'autant plus de facilité, que M. de Botella y a conservé les teintes et les notations adoptées pour la Carte géologique de la France.

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1880.

Ministère de la Marine et des Colonies. Manuel de Pyrotechnie à l'usage de l'artillerie de la Marine. T. II : *Munitions*. Paris, typogr. G. Chamerot, 1880; in-8° cartonné.

Académie des Sciences. Mission de l'île Saint-Paul. Recherches géologiques faites à Aden, à la Réunion, aux îles Saint-Paul et Amsterdam, aux Seychelles; par M. Ch. Vélain. Paris, Gauthier-Villars, 1879; in-4°. (Extrait de la IIe Partie du Tome II du *Recueil de Mémoires, Rapports et Documents relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil.*)

Traité des maladies contagieuses et de la police sanitaire des animaux domestiques; par M. V. Galtier. Lyon, chez l'auteur, à l'École vétérinaire, et chez Beau jeune et Cie, 1880; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Congrès international de Géologie, tenu à Paris du 29 *au* 31 *août et du* 2 *au* 4 *septembre* 1878. Paris, Impr. nationale, 1880; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

De la chaleur de combustion et de formation des composés organiques d'après

les formules rationnelles; par M. G. QUESNEVILLE. Paris, au bureau du *Moniteur scientifique,* 1880; in-4°.

Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Putte, de Lierre et de Heyst-op-den-Berg; par M. le baron O. VAN ERTBORN. Bruxelles, F. Hayez, 1880; 3 br. in-8°.

Observations météorologiques publiées par la Société des Sciences de Finlande; année 1878. Helsingfors, impr. de la Société littéraire finlandaise, 1880; in-8°.

Section des travaux géologiques du Portugal. Etude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal; par P. CHOFFAT. 1re livr. : *Le lias et le dogger au nord du Tage.* Lisbonne, impr. de l'Académie des Sciences, 1880; in-4°.

Sur les Lettres de Sophie Germain à Gauss publiées par B. BONCOMPAGNI. Bruxelles, impr. F. Hayez, 1880; 2 pages in-8°. (Extrait de la *Nouvelle Correspondance mathématique.*) (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI. T. XII : *Indici degli articoli e dei nomi.* Roma, 1879; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Bulletins et Mémoires de l'Université impériale de Kasan; année 1879, nos 1 à 6. Kazan, 1879; 6 livr. in-8°, en langue russe.

The scientific transactions of the royal Dublin Society. Vol. I (new series) : *Memoirs,* nos 1, 2, 3, novembre 1877-may 1878; vol. I (new series), october 1878-february 1879; vol. II (new series), august 1879-june 1880; vol. I (new series), february-may 1880. Dublin, 1877-1880; 14 livr. in-4°.

The scientific proceedings of the royal Dublin Society. November 1877; may, october, november 1878; may, july 1879; january, july 1880. Dublin, 1877-1880; 8 livr. in-8°.

Annals of the astronomical observatory of Harvard College. Vol. XII : *Observations made with the meridian circle during the years* 1874 *and* 1875, *and prepared for publication under the direction of* J. WINLOCK *and* E. C. PICKERING; *by* WILLIAM A. ROGERS. Cambridge, John Wilson and Son, 1880; in-4°.

Memoirs of the museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. VII, n° 1 : *Report on the Florida reefs; by* LOUIS AGASSIZ. Cambridge, 1880; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 NOVEMBRE 1880.

Notice sur le jardin d'essai ou du Hamma, près d'Alger; par M. P. DUCHARTRE. Paris, impr. Donnaud, 1880; br. in-8°. (Extrait du *Journal de la Société centrale d'Horticulture.*)

Observations sur les fleurs doubles des bégonias tubéreux; par M. P. DUCHARTRE. Paris, impr. Donnaud, 1880; br. in-8°. (Extrait du *Journal de la Société centrale d'Horticulture.*)

Végétation de quelques marronniers hâtifs en 1879 *et* 1880; *par* M. P. DUCHARTRE. Paris, impr. Donnaud, 1880; br. in-8°. (Extrait du *Journal de la Société centrale d'Horticulture.*)

Note sur une poire monstrueuse; par M. P. DUCHARTRE. Paris, impr. Martinet, 1880; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique.*)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. MASCART. Année 1878, III : *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°.

Ministère des Travaux publics. Direction des Cartes et Plans. Manuel des procédés de reproduction d'écritures et de dessins à employer dans le service des Ponts et Chaussées. Paris, 1880; br. in-8° autogr.

Ministère des Travaux publics. Direction des Cartes, Plans et Archives et de la Statistique graphique. Album de Statistique graphique ; juillet 1880. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°.

Notice sur les vignes du Soudan découvertes par M. TH. LÉCARD. Saint-Louis, Impr. du Gouvernement, 1880; br. in-8°.

Sucrage des vendanges avec les sucres purs, de cannes ou de betteraves, etc.; par M. DUBRUNFAUT. Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-8°.

M. le Dr PAMARD. *Observatoire du mont Ventoux.* Paris, Chaix, 1880; br. in-8°.

M. BOUVIER. *La fontaine de Vaucluse.* Paris, Chaix, 1880; br. in-8°.

Traité élémentaire de Physique théorique et expérimentale; par P.-A. DAGUIN. 4e édition, T. IV. Paris, Delagrave; Toulouse, Privat, 1880; in-8°.

Les taches solaires, leur nature, leur formation et leur disparition; par M. A. GAZAN. Antibes, J. Marchand, 1880; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le prof. Dr TH. BREDICHIN. Vol. VII, 1re livr. Moscou, A. Lang, 1880; in-4°.

Arboretum Segrezianum icones selectæ arborum et fruticum in hortis Segrezianis collectorum. Description et figures des espèces nouvelles, rares ou critiques

de l'Arboretum *de Segrez; par* ALPH. LAVALLÉE. Livr. 1 et 2. Paris, J.-B. Baillière, 1880; 2 livr. in-4°.

Mapa geologico de España y Portugal; por el Ing. de Minas D. FEDERICO DE BOTELLA Y DE HORNOS. Madrid, 1879; carte en une feuille. (Présenté par M. Daubrée.)

A text-book of the physiological Chemistry of the animal body, etc.; by ARTH. GAMGEE. Vol. I. London, Macmillan, 1880; in-8° relié. (Présenté par M. Vulpian.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 NOVEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'isomérie : la benzine et le dipropargyle ;* par MM. BERTHELOT et OGIER.

« 1. C'est surtout par l'étude des corps isomères que l'influence de l'arrangement spécial des particules entrées en combinaison peut être discutée, indépendamment de l'influence qu'exercent la nature et la proportion relative des éléments eux-mêmes. Or, la chaleur dégagée mesure la somme des travaux accomplis dans la formation des corps isomères, sans définir d'ailleurs la suite ou la grandeur individuelle de ces travaux. Dès 1863 (¹), l'un de nous appela l'attention des chimistes et des physiciens sur les relations thermiques générales qui caractérisent la formation des isomères, relations qu'il demande la permission de résumer.

» 2. La *polymérie* est assimilable à la combinaison chimique et représente

(¹) *Leçon sur l'isomérie,* professée devant la Société chimique de Paris, le 27 avril 1863, p. 1-254. Chez Hachette.

le cas spécial où les deux corps combinés se trouvent identiques ; elle est accompagnée de même, le plus souvent, par un dégagement de chaleur.

$2C^{10}H^{10}$ (amylène) $= C^{20}H^{20}$ (diamylène) .. $+ 15^{Cal},4$; tous corps gazeux.
$3C^4H^2$ (acétylène) $= C^{12}H^6$ (benzine) ..... $+171$ »

» L'aptitude à se changer en polymères est surtout marquée dans les composés formés avec absorption de chaleur (¹) et contenant un excès d'énergie qui les rend comparables à des radicaux effectifs, et éminemment propres à s'unir par addition avec les autres corps. De là résultent, entre autres, les synthèses pyrogénées.

» Le formène, au contraire, et les autres corps dont la formation est exothermique ont perdu trop d'énergie pour présenter la même aptitude à entrer en combinaison ou à se polymériser (²).

3. La *métamérie*, qui comprend l'ensemble des *isoméries* dites *de structure* ou *de position*, peut être rapportée, sous le point de vue thermique, à trois cas fondamentaux, savoir :

» 1° *La métamérie avec diversité de fonction chimique.* — Le cas le plus net est celui de deux corps résolubles avec une facilité inégale en générateurs plus simples, tels que l'éther acétique et l'acide butyrique, ou l'éther ordinaire et l'alcool butylique. Or, dans cette circonstance, le corps le plus stable est formé depuis les éléments avec un dégagement de chaleur plus considérable; sa production au moyen de l'autre isomère serait donc exothermique. Elle dégagerait $+40^{Cal}$, pour l'éther acétique changé en acide butyrique; $+12$, pour l'éther ordinaire changé en alcool butylique. Elle répond à un accroissement de densité et de point d'ébullition (³).

» La formation des corps nitrés, comparée avec celle des éthers nitreux, manifeste les mêmes relations (⁴).

» 2° *La métamérie avec similitude de fonction et identité de capacité de saturation.* — L'un de nous, qui a approfondi cette question (⁵) au point de vue thermique, a montré, par l'étude de divers composés, alcools, aldéhydes, acides isomères, que la transformation d'un alcool en son

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. VI, p. 352 ; 1865.

(²) Même Recueil, 4ᵉ série, t. XII, p. 94 ; 1867.

(³) *Leçon sur l'isomérie*, p. 99. En général, dans la formation des composés chimiques, rapportés à l'état solide ou liquide, la diminution de la volatilité et celle du volume moléculaire sont corrélatives de la chaleur dégagée, p. 100 et 101 (1863).

(⁴) *Bulletin de la Société chimique*, 2ᵉ série, t. XXVIII, p. 532 (1877).

(⁵) *Bulletin de la Société chimique*, 2ᵉ série, t. XXVIII, p. 535 à 539.

isomère dégagerait peu de chaleur, même celle d'un alcool primaire en alcool secondaire ; il en serait de même de celle d'un aldéhyde primaire en aldéhyde secondaire, et de celle des acides isomères, tels que l'acide éthylsulfurique et l'acide iséthionique; enfin les réactions semblables des corps métamères dégagent des quantités de chaleur voisines. Pour passer d'un corps donné à un métamère de même fonction et de même capacité de saturation, la somme des travaux accomplis est donc fort petite.

» Les travaux ultérieurs de M. Louguinine et de M. Rechenberg confirment ces relations. Elles ne doivent être entendues d'ailleurs qu'avec certaines réserves. En effet, les fonctions des corps isomères ne sont presque jamais tout à fait identiques (sauf dans le cas de l'isomérie symétrique), pas plus que les chaleurs de formation elles-mêmes. Mais celles-ci doivent varier d'autant plus que les fonctions sont plus dissemblables.

» 3° *La métamérie avec similitude dans la fonction chimique et différence dans la capacité de saturation*, autrement dite la *kénomérie* (¹), a pour type : le camphène, carbure spécialement apte à former un monochlorhydrate $C^{20}H^{16}HCl$ et à en être régénéré, opposé au terpilène, carbure isomère, spécialement apte à former un dichlorhydrate $C^{20}H^{16}, 2HCl$ et à en être régénéré.

« Il semble (²), écrivait l'un de nous, que ces notions sont susceptibles d'être généralisées et appliquées à l'étude de tout corps incomplet, capable d'offrir plusieurs états isomériques de même condensation, mais correspondant à des capacités de saturation différentes. Ces capacités doivent répondre, toutes choses égales d'ailleurs, à des dégagements de chaleur d'autant plus grands, à partir des mêmes générateurs, que la capacité de saturation est diminuée davantage, en vertu d'une sorte de contraction du système moléculaire.... »

» Les carbures incomplets du premier, deuxième, troisième, quatrième ordre, etc., étant envisagés comme formés par une perte d'hydrogène croissante, $H^2, 2H^2, 3H^2, 4H^2$ à partir des carbures forméniques $C^{2n}H^{2n+2}$:

« L'édifice moléculaire devient de moins en moins stable, à mesure que les parties vides s'y multiplient. Il doit s'y produire des rapprochements atomiques, capables de faire disparaître une partie des espaces vides. Ces rapprochements diminuent la capacité de saturation, en même temps qu'ils augmentent la stabilité relative du système. Ils doivent se traduire d'ailleurs par des dégagements de chaleur, corrélatifs du travail moléculaire qui s'accomplit au moment où l'édifice stable se constitue. »

(¹) *Leçons sur l'isomérie*, p. 113 à 125.

(²) *Ibid.*, p. 120.

» Après avoir expliqué, par ces considérations, la stabilité de la benzine et la différence qui existe entre la capacité théorique de saturation correspondant à sa formule (composé incomplet du quatrième ordre), qui devrait comporter l'addition de $8^{éq}$ de brome, de chlore, etc., et son caractère réel de composé en apparence saturé, on ajoutait en 1863 (p. 124) :

« Peut-être obtiendra-t-on un jour, à côté de la benzine, quatre autres carbures isomériques, et tels que l'un représente le composé incomplet du quatrième ordre prévu par la théorie », les autres étant des carbures incomplets du troisième, deuxième et premier ordre, et même d'un caractère tout à fait saturé.

» Les faits qui vont être exposés offrent une vérification singulièrement nette des prévisions rappelées dans les lignes précédentes.

» 4. En effet, M. L. Henry, de l'Université de Louvain, dans le cours d'une suite remarquable de travaux sur les composés allyliques et leurs dérivés, a découvert, en 1872, un carbure d'hydrogène, le *dipropargyle*, qui offre précisément la même composition et la même formule que la benzine $C^{12}H^6$; son point d'ébullition est voisin (85° au lieu de 81). Sa densité est notablement moindre (0,82 au lieu de 0,89). Mais les deux corps se distinguent surtout par leur capacité de saturation et par leur stabilité. Tandis que la benzine rappelle par sa stabilité les carbures forméniques (¹) et n'est pas susceptible de polymérie ; au contraire, le dipropargyle, corps fort altérable, peut fixer jusqu'à $8^{éq}$ de brome, conformément à la théorie, et il se polymérise aisément, comme nous le montrerons tout à l'heure. La constitution relative des deux carbures peut être exprimée par les formules suivantes :

Dipropargyle....... $C^6H^2[-][-][C^6H^4(-)(-)]$, dérivé de

l'hydrure de dipropylène : C^6H^6, (C^6H^8), ou $C^6H^2[H^2][H^2][C^6H^4(H^2)(H^2)]$,

Benzine........... $(C^4H^2)(C^4H^2)(C^4H^2)$, dérivé de

l'hydrure d'éthylène : $C^4H^2(H^2)(H^2)$ (²).

» C'est ce carbure que M. L. Henry a bien voulu mettre spontanément à notre disposition, avec une libéralité dont la Science ne saurait lui être

(¹) Cependant elle s'unit directement, dans certaines conditions, au chlore, Cl^6, et au brome, Br^6, à la façon d'un carbure incomplet du troisième ordre.

(²) L'acétylène lui-même résultant de l'assemblage deux par deux des résidus forméniques $C^2H^4-H^3$, et le dipropargyle de l'assemblage trois à trois de ces mêmes résidus, on voit que les deux carbures isomères ont en définitive les mêmes générateurs éloignés ; mais l'ordre des combinaisons successives est différent.

trop reconnaissante. Nous en avons déterminé les chaleurs de combustion et de formation, comparées avec celles de la benzine.

» 5. La chaleur de combustion de la benzine a déjà été mesurée par nous (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIII, p. 15; 1878). Cette substance, placée sur du coton, était vaporisée dans un courant d'air, et le mélange enflammé dans une atmosphère d'oxygène, au sein d'une chambre à combustion en verre. On a dû tenir compte des produits de combustion incomplète (oxyde de carbone et benzine), le nombre calculé d'après le seul poids de l'acide carbonique formé étant nécessairement trop élevé. C'est ainsi que nous avons obtenu 776^{Cal} pour 78^{gr} de benzine liquide.

» Nous avons repris cette mesure dans la bombe calorimétrique. Le mélange de vapeur de benzine et d'oxygène détone aisément. Mais, contrairement à ce qui arrive pour tous les gaz ou vapeurs étudiés par nous jusqu'ici, la combustion n'est pas totale; quelques centièmes de benzine échappant, comme le montre la comparaison entre le poids initial de la benzine et le poids final de l'acide carbonique. Il ne se dépose point de charbon : ce qui nous a permis de tenir compte de la portion incomplètement brûlée, en admettant la formation de l'eau et de l'oxyde de carbone. $C^{12}H^6$ gaz $+ O^{30} = 6C^2O^4 + 3H^2O^2$ liquide, a dégagé (corrections faites), 790,5; 777,7; 778,3; 781,6; 791,3; 779,7; moyenne : $+ 783^{Cal},2$.

» Le calcul, fait d'après CO^2 seul, surpasserait de 10 unités le chiffre précédent; mais ce calcul est évidemment erroné.

» On tire de là, pour la benzine gazeuse : + 776,0, valeur identique à celle de la combustion ordinaire; identité accidentelle d'ailleurs, les limites d'erreur s'élevant à 8^{Cal} ou 10^{Cal}. En définitive :

C^{12} (diamant) $+ H^6 = C^{12}H^6$ gaz, absorbe .. $- 12^{Cal},2$; liquide : $- 5,0$.
C^{12} (charbon) $+ H^6 = C^{12}H^6$ gaz, dégage ... $+ 5^{Cal},8$; liquide : $+ 13,0$.

» La somme des travaux accomplis dans la formation de la benzine depuis les éléments est donc faible; la chaleur dégagée étant positive ou négative, suivant l'état du carbone pris comme origine.

» 6. La combustion du dipropargyle a été exécutée également dans la bombe calorimétrique. Elle n'est pas non plus complète, quoi qu'on fasse, et elle donne toujours lieu à un dépôt de charbon. Cette circonstance paraît due à la promptitude avec laquelle le dipropargyle se transforme en polymères sous l'influence de l'échauffement (voir plus loin). La comparaison entre le poids initial du carbure et celui de l'acide carbonique permet d'évaluer la portion incomplètement brûlée. Dans les meilleures expériences

elle ne surpassait pas 1,9 centième du poids total; mais elle s'est élevée, dans d'autres, jusqu'à 6 centièmes. Nous avons tenu compte de cette portion, en supposant qu'elle répondait à une portion de carbure dont l'hydrogène seul brûle avec formation d'eau et précipitation de carbone : ce qui répond mieux aux conditions observées. Nous donnons d'ailleurs aussi la correction faite d'après la même convention que pour la benzine. La moyenne de combustions de dipropargyle

$$C^{12}H^6 \text{ gaz} + O^{30} = 6C^2O^4 + 3H^2O^2 \text{ liquide},$$

a donné + 853,6, en admettant que la partie incomplètement brûlée fournit du carbone et de l'eau; ou + 842,8, en supposant l'oxyde de carbone et l'eau. Le premier chiffre est évidemment le plus voisin de la réalité. Cette chaleur de combustion dépasse de près d'un dixième la chaleur de combustion de la benzine. Elle donne pour la chaleur de formation du dipropargyle gazeux

$$C^{12} \text{ (diamant)} + H^6 = C^{12}H^6 \text{ gaz} : -82,8; \; C^{12} \text{ (charbon)} \ldots\ldots -64,8.$$

» Le dipropargyle est donc formé avec une absorption de chaleur considérable; de même que l'acétylène (− 61,1); l'allylène (− 46,5); l'éthylène (− 15,4), tous comptés à partir du diamant.

» Sa formation au moyen de l'acétylène dégagerait : $+ 100^{\text{Cal}},5$; celle de la benzine dégageant presque le double : + 171,1.

» La transformation même du dipropargyle en benzine : + 70,6. Elle serait accompagnée par un accroissement de densité (0,89 au lieu de 0,82), les points d'ébullition différant à peine (81° et 85°).

» Nous insistons sur le sens et l'ordre de grandeur de ces dégagements de chaleur, plutôt que sur leur valeur absolue.

» 7. Les essais faits pour changer directement le dipropargyle en benzine n'ont pas donné de résultat; mais ils ont mis en évidence la grande aptitude du dipropargyle à se polymériser, conformément à la théorie. Chauffé en tube scellé à 225° (six heures), dans une atmosphère d'azote, le carbure s'est changé en un polymère fixe, résineux, insoluble dans l'éther; à peu près comme le styrolène. Ce polymère se décompose et se carbonise par la chaleur, mais sans régénérer de benzine; si ce n'est quelque trace obtenue vers le rouge. A 300° (une heure), le dipropargyle se détruit avec production d'un grand volume de gaz et d'une matière charbonneuse, sans benzine. L'acide nitrique fumant l'attaque violemment, en formant des résines nitrées, sans nitrobenzine. L'iode le polymérise, avec production de résines iodées.

Au contact de l'acide sulfurique il noircit et se dissout en grande partie: l'acide étendu d'eau ne reproduit pas de benzine, mais un hydrate volatil, dont l'odeur se confond avec celle de l'oxyde mésitylique dérivé de l'acétone.

» 8. En résumé, et d'une manière générale, il y a dégagement de chaleur, c'est-à-dire perte d'énergie :

» Soit lorsque plusieurs corps distincts se combinent pour former une substance nouvelle (combinaison proprement dite);

» Soit lorsque plusieurs molécules identiques se réunissent pour former une substance plus condensée (polymérie);

» Soit enfin lorsqu'un corps doué d'une certaine capacité de saturation se transforme en un corps isomère de même condensation, mais dont l'aptitude à s'unir par addition avec les autres corps est moindre (kénomérie). Il s'opère alors dans la substance une sorte de saturation interne, qui correspond à l'hypothèse désignée sous le nom d'*échange d'atomicités* entre les éléments. Nos études sur le terpilène, comparé au camphène [1] et sur le dipropargyle, comparé à la benzine, donnent à ces notions une base plus solide et une signification mécanique. On conçoit d'ailleurs que des phénomènes de cet ordre puissent et doivent même se produire dans la formation d'un grand nombre d'autres composés, tels que les oxydes métalliques et les corps connus seulement sous un état unique, dont ces phénomènes diminuent la capacité de saturation ultérieure, prévue par les analogies; ils jouent un rôle très important dans la variation des propriétés physiques et chimiques qui accompagnent l'acte de la combinaison. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la papaïne. Nouvelle contribution à l'histoire des ferments solubles;* par M. **Ad. Wurtz.**

« J'ai établi il y a quelque temps que, par sa composition et ses propriétés chimiques, la papaïne, ferment soluble du *Carica papaya*, se rapproche des matières albuminoïdes. Ayant continué mes recherches sur cette substance, je suis en mesure aujourd'hui de donner quelques détails sur son pouvoir digestif et d'émettre une idée sur son mode d'action. Pour apprécier l'énergie de son pouvoir digestif, on a opéré sur un pro-

---

[1] Voir aussi, sur les états du carbone : *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 476 (1866).

duit qui avait été purifié par le sous-acétate de plomb et dont l'analyse a été communiquée antérieurement.

» Dans une expérience, on a fait digérer, avec $0^{gr},1$ de cette papaïne, 100^{gr} de fibrine humide délayés dans 500^{cc} d'eau distillée additionnée de quelques gouttes d'acide prussique. Au bout de trente-six heures on a filtré, et l'on a recueilli un résidu insoluble de dyspeptone pesant $2^{gr},5$ à l'état sec. La solution peptonique qui précipitait par l'acide nitrique ayant été additionnée de 500^{gr} d'alcool, on a obtenu un abondant précipité de parapeptone qui pesait après dessiccation $8^{gr},9$. La solution alcoolique a laissé après l'évaporation et la dessiccation un résidu qui pesait $10^{gr},3$ et qui avait bruni. Ce résidu ayant été repris par l'eau, la solution n'a plus donné de précipité par l'acide nitrique; évaporée, elle a laissé un sirop fortement coloré en brun, et qui a laissé déposer des cristaux; ceux-ci ont été essorés et purifiés par plusieurs cristallisations dans l'eau, avec addition de charbon animal. On a obtenu ainsi une matière blanche cristallisée en lamelles et offrant l'aspect de la leucine.

» Il résulte de cette expérience que la papaïne avait dissous mille fois son poids de fibrine humide, dont la plus grande partie a été transformée en peptone non précipitable par l'acide nitrique, et que, par suite d'une hydratation complète de la fibrine, il s'est même formé une petite quantité d'un corps amidé cristallisable. On sait qu'il en est de même dans les bonnes digestions pepsiniques.

» Dans une autre expérience, $0^{gr},05$ de la même papaïne ont fluidifié 100^{gr}, c'est-à-dire deux mille fois leur poids, de fibrine humide, sauf un résidu de dyspeptone pesant $4^{gr},2$ après dessiccation. On fait d'ailleurs remarquer qu'à cette dyspeptone sont toujours mélangés divers débris, tels que poils, pailles, etc.

» L'énergie de cette action digestive m'a porté à penser qu'à la longue le ferment, étant de nature albuminoïde, pourrait opérer sur lui-même, de façon à s'hydrater. L'expérience a vérifié cette prévision.

» Lorsqu'on abandonne pendant plusieurs semaines en tube scellé, à 50°, une solution aqueuse de papaïne, elle se trouble légèrement et renferme alors en dissolution un produit plus hydraté que la papaïne primitive. C'est ce qui résulte des expériences suivantes.

» 3^{gr} de papaïne purifiée, renfermant, déduction faite des cendres,

Carbone	52,19
Hydrogène	7,12
Azote	16,4

ont été dissous dans 20^{cc} d'eau et chauffés pendant quinze jours à 50°; la solution s'est troublée et a laissé déposer $0^{gr},064$ d'une substance insoluble renfermant $0^{gr},007$ de cendres. La solution filtrée, évaporée dans le vide et précipitée par l'alcool, a fourni $1^{gr},8$ d'une papaïne blanche, qui a donné à l'analyse, déduction faite des cendres,

Carbone	51,29
Hydrogène	7,02

» L'eau mère alcoolique a fourni 0,65 d'un résidu dans lequel il s'est formé peu à peu des cristaux paraissant identiques avec la matière cristallisée azotée qu'on a retirée du suc de papaya, et sur laquelle on reviendra prochainement.

» $1^{gr},5$ de la papaïne déjà modifiée par l'action de l'eau ont été redissous dans 20^{cc} d'eau, et la solution a été chauffée de nouveau pendant quinze jours à 50°. La solution précipitée par l'alcool a fourni un produit renfermant, déduction faite des cendres :

Carbone	50,46	50,52
Hydrogène	7,38	»

» L'eau mère alcoolique, évaporée, a laissé un résidu incristallisable pesant $0^{gr},160$.

» On le voit, par la seule digestion avec de l'eau à 50°, la composition de la papaïne s'est modifiée de telle sorte que le carbone y a baissé de 2 pour 100.

» Cette conclusion a été fortifiée par une nouvelle expérience. 5^{gr} de papaïne, renfermant

Carbone	51,8
Hydrogène	7,2

ayant été chauffés pendant deux mois à 50°, avec 20^{cc} d'eau, ont fourni une papaïne renfermant

Carbone	49,8	50,3
Hydrogène	7,3	7,4

» A 100° l'action de l'eau sur la papaïne est encore plus prononcée. 4^{gr} de papaïne, dissous dans 45^{cc} d'eau, ont été chauffés pendant dix jours à 100° en vase clos. La liqueur a laissé déposer $0^{gr},084$ d'un précipité qui ne renfermait que $0^{gr},0015$ de cendres. Précipitée par l'alcool, cette solution

a donné un dépôt brunâtre renfermant, déduction faite des cendres,

Carbone	47,66
Hydrogène	8,14

» L'eau mère alcoolique a laissé après l'évaporation un résidu amorphe pesant $1^{gr},114$.

» Je mentionnerai, en terminant, d'autres expériences qui jetteront peut-être quelque jour sur le mode d'action de la papaïne.

» $0^{gr},3$ de papaïne ayant été dissous dans 50^{cc} d'eau, on a fait digérer dans cette solution 10^{gr} de fibrine. Au bout de vingt minutes, on a exprimé la liqueur et on a soumis la fibrine à des lavages longtemps prolongés à l'eau froide. Dans la liqueur obtenue par expression de la fibrine, on a fait digérer une nouvelle portion de fibrine (15^{gr}), et au bout d'une demi-heure on a exprimé cette seconde portion de fibrine, qui a été lavée comme la première.

» L'une et l'autre portion (la première réduite à 7^{gr} par un commencement de digestion, la seconde à 14^{gr}) ont été digérées, à $40°$, avec de l'*eau pure*; l'une et l'autre se sont dissoutes, la seconde laissant un résidu de 4^{gr} de dyspeptone humide.

» Dans ces deux expériences, les lavages avaient certainement éloigné le ferment dissous, et la fibrine lavée n'a pu être dissoute que par l'action d'une portion du ferment fixée sur elle, peut-être combinée avec elle. J'ajoute que l'eau pure, qui avait ainsi dissous de la fibrine impressionnée par la papaïne, a exercé une action digestive manifeste sur de la fibrine fraîche mise en contact avec elle. Le ferment fixé sur la fibrine à l'état insoluble s'est donc redissous par suite de l'hydratation de la fibrine.

» On pouvait objecter que ce ferment est retenu par la fibrine, en raison de la difficulté de faire pénétrer l'eau pure dans l'épaisseur des flocons. Pour répondre à cette objection on a fait l'expérience suivante.

» 17^{gr} de fibrine ont été divisés aussi finement que possible à l'aide de ciseaux, puis mis en contact pendant dix minutes à la température ordinaire avec une solution faible de papaïne, puis exprimés et lavés pendant une demi-heure sous un fort filet d'eau, enfin dix fois de suite, et avec expression, avec de l'eau distillée. La dernière eau de lavage, mise en contact, à $40°$, avec de la fibrine, n'a pas dissous du jour au lendemain la moindre trace de cette substance. La fibrine ainsi impressionnée et lavée a été mise en digestion à $40°$ avec 75^{cc} d'eau pure. Le lendemain, la dissolution était complète, sauf un résidu de $0^{gr},17$ de dyspeptone sèche.

» Il est donc établi que la papaïne commence par se fixer sur la fibrine et que le produit insoluble, peut-être combinaison de fibrine et de papaïne, donne par l'action de l'eau les produits solubles de l'hydratation de la fibrine, en même temps que le ferment, redevenu libre, peut exercer son action sur une nouvelle portion de fibrine.

» Cette action se trouverait ainsi ramenée à celle des agents chimiques proprement dits, l'acide sulfurique par exemple, dont de faibles quantités peuvent exercer une action hydratante, par suite de la formation éphémère de combinaisons qui se font et se défont sans cesse. »

MÉTALLURGIE. — *Enrichissement des terres plombeuses, par un courant d'air forcé.* Note de M. DELESSE.

« Aux environs de Génolhac, vers l'extrémité orientale du massif granitique formant la montagne de la Lozère, on a commencé à exploiter des filons de galène. On y rencontre très fréquemment des terres ferrugineuses, d'un jaune ocreux, qui contiennent des minerais de plomb et notamment du plomb phosphaté, se montrant souvent en prismes hexagonaux d'un beau vert; c'est surtout ce qu'on observe lorsque les filons métallifères sont encaissés dans le granit décomposé. Ces terres ne renferment guère plus de 7 pour 100 de plomb et, par conséquent, elles constituent un minerai très pauvre; mais, comme elles sont abondantes, d'une extraction facile et quelquefois même nécessaire, on a cherché à les enrichir par les procédés ordinaires de lavage. Malheureusement on n'a pu y réussir et alors, à l'emploi de l'eau, on a essayé de substituer celui de l'air.

» Quelques expériences sur ce nouveau procédé ont été faites par MM. les ingénieurs des Mines Julien et de Castelnau, ainsi que par M. Rigaud, exploitant de Génolhac; il n'est pas inutile d'en faire connaître les résultats.

» L'appareil employé pour enrichir les terres plombeuses a reçu le nom de *trieur à soufflet*. Il paraît devoir être utile dans les pays qui manquent d'eau, et déjà il a été essayé dans le sud de l'Espagne pour traiter des scories de plomb qui, en moyenne, contenaient seulement quelques centièmes de ce métal; toutefois son emploi a été abandonné. Sans entrer dans les détails de la construction de cet appareil, il suffira de dire qu'un soufflet force le vent à travers trois toiles métalliques superposées, dont les dimensions sont respectivement $0^{m},004$, $0^{mm},5$, $0^{mm},1$. Le vent, ainsi parfaitement

divisé, arrive dans une boîte rectangulaire à l'extrémité de laquelle une trémie débite, d'une manière régulière, les matières pulvérulentes qu'il s'agit de classer. Ces matières sont mises en suspension dans l'air par les coups de vent très rapides qui sont produits par le soufflet, et elles s'avancent peu à peu vers l'autre extrémité de la boîte. Les parties stériles, étant les plus légères, sont facilement soulevées et entraînées dans le haut par le vent; tandis que les parties plombeuses, étant plus lourdes, se maintiennent surtout dans le fond, où l'ouverture d'une vanne permet de les recueillir. L'appareil fonctionne à peu près comme une sorte de bac à piston dans lequel l'eau serait remplacée par de l'air.

» Des essais ont été entrepris avec cet appareil par MM. les ingénieurs de Castelnau et Julien : opérant sur 2^{mc} de terres ocreuses et plombeuses, ils ont déterminé le poids des divers produits obtenus successivement, ainsi que leur teneur en plomb et leur teneur en argent.

» Les terres ont d'abord été séchées, puis classées par grosseurs au moyen de cribles à mailles carrées de $0^m,001$, $0^m,002$, $0^m,003$, $0^m,004$, $0^m,005$ de côté. On a traité dans l'appareil seulement les n°s 2, 3, 4, 5, parce que les numéros inférieurs sont trop petits pour que la séparation des parties métalliques puisse s'opérer convenablement.

» En moyenne, ces terres avaient une teneur en plomb de 7,4 pour 100 et une teneur de 81^{gr} d'argent au quintal de plomb; mais, après l'opération préparatoire du criblage, tandis que la teneur en plomb dépassait 9 pour 100 pour le n° 1 et était encore voisine de 9 pour le n° 2, elle diminuait au contraire successivement pour les numéros supérieurs, et même elle devenait moindre que 2 pour 100 pour le n° 5 : ce résultat doit sans doute être attribué à la grande friabilité du plomb phosphaté, dont les débris augmentaient dans les numéros plus petits.

» Quant à la proportion d'argent, si l'on s'en rapporte aux essais, elle a varié en sens inverse de celle du plomb.

» Citons quelques exemples. Une première opération de triage dans l'appareil à soufflet a donné environ 14 pour 100 de plomb pour le n° 2 et seulement 10 pour 100 pour le n° 5. Puis, en repassant une seconde fois dans ce même appareil les poudres enrichies, on a obtenu à peu près 27 pour 100 de plomb pour le riche du n° 2, et 24 pour 100 pour le riche du n° 5.

» D'un autre côté, dans toutes les poudres enrichies, si la teneur en plomb augmente, la teneur en argent paraît diminuer notablement; car, dans les essais qui viennent d'être mentionnés, la teneur en argent des

poudres enrichies n'a pas dépassé 55^{gr} au quintal de plomb, tandis qu'elle atteignait 81^{gr} dans les terres ocreuses sortant de la mine.

» D'après ces résultats, on voit que théoriquement il est possible, par une série d'opérations, d'enrichir des terres plombeuses et de les transformer en minerais marchands au moyen du *trieur à soufflet*. Mais il faut observer que les terres dont le grain est très fin ou microscopique ne sont pas susceptibles d'être traitées avantageusement dans cet appareil; et ce sont malheureusement celles dont la teneur en plomb est la plus élevée. De plus, la teneur en argent semble diminuer dans la terre enrichie en plomb.

» On a essayé de traiter dans le *trieur à soufflet* les minerais de galène de Génolhac ayant une gangue quartzeuse et dolomitique; toutefois on n'a pas obtenu des résultats satisfaisants.

» Dans l'état actuel de la métallurgie du plomb, qu'on produit en si grande quantité et à des prix si bas en Amérique, on peut donc douter que le procédé devienne véritablement économique. Il faut d'ailleurs ajouter que les poussières plombeuses auxquelles il donne lieu le rendraient très insalubre pour les ouvriers et que, à cet égard, il réclame des améliorations.

» Quoi qu'il en soit, le *trieur à soufflet* mérite d'être signalé comme un appareil permettant d'opérer par l'air une préparation mécanique et de classer, d'après leur densité, des matières pulvérulentes qui ne se laissent pas séparer par l'eau. »

ANTHROPOLOGIE. — *Observations de M.* DE QUATREFAGES *à propos du livre de M. le marquis de Nadaillac, intitulé « Les premiers hommes et les temps préhistoriques ».*

« Le titre du livre de M. de Nadaillac dit assez quel est le sujet de l'Ouvrage. J'ajouterai que le texte répond fort bien à ce que promet ce titre, quelque nombreux et complexes que soient les faits que l'auteur avait à résumer. J'ai toutefois à faire une observation relative à ce qu'il dit de la question de l'homme tertiaire en Portugal.

» M. de Nadaillac rappelle que, à la suite des premières communications de M. Ribeiro, des doutes sérieux s'élevèrent dans l'esprit de divers géologues, relativement à l'âge des couches dans lesquelles avaient été rencontrés les silex, regardés par le savant portugais comme ayant été taillés par la main

de l'homme. Il déclare, en outre, qu'il lui a été impossible de reconnaître sur ces silex les traces d'un travail humain, et exprime le désir que le prochain Congrès éclaircisse ces diverses questions.

» Ce vœu a été rempli, au moins en partie. La question géologique a été entièrement résolue. Les géologues du Congrès, qui s'est réuni cette année à Lisbonne, ont parcouru les terrains sur lesquels les appelaient M. Ribeiro et ses collègues. Ils ont été unanimes pour les regarder comme miocènes.

» La question anthropologique est moins avancée. Dans l'excursion faite à Otta par le Congrès, des silex taillés ont été trouvés en place; mais appartenaient-ils vraiment à la formation tertiaire, ou bien avaient-ils été amenés à la surface du sol par quelque circonstance fortuite ? Les signes de travail humain que l'on croyait y reconnaître étaient-ils suffisants? Quelques-uns des juges les plus compétents ont répondu affirmativement, d'autres négativement; d'autres enfin se sont abstenus. Je suis au nombre de ces derniers ; mais il me paraît évident que la balance des probabilités commence à pencher du côté de ceux qui, avec MM. Ribeiro, Delgado, Cartailhac, de Mortillet, etc., croient que l'homme existait en Portugal à l'époque tertiaire. »

TÉRATOLOGIE. — *Observations à propos de la publication des « Œuvres du Dr Guérin » (livraisons 1 à 3)*; par M. DE QUATREFAGES.

« L'étude des monstruosités a vivement attiré l'attention du monde savant pendant presque tout le premier tiers de ce siècle. Il en est autrement aujourd'hui. S'occuper de Tératologie, c'est travailler pour les naturalistes seuls, et encore bon nombre de ces derniers n'attachent qu'un intérêt secondaire aux recherches de cette nature. On doit savoir d'autant plus de gré aux hommes qui se consacrent à ces études, qui touchent, en définitive, aux questions les plus délicates et les plus générales de l'Embryogénie. Aussi l'Académie a-t-elle récompensé naguère les travaux de M. Dareste; elle accueillera certainement avec la même faveur le livre que M. Guérin publie à ses propres frais.

» Ces deux tératologistes avaient, on le sait, des points de départ différents : M. Dareste est essentiellement naturaliste, M. Guérin médecin. Le premier a cherché à découvrir par l'expérimentation et l'observation directe l'origine et la marche de la monstruosité; le second a demandé des enseignements à la dissection minutieuse des monstres, dont il reproduit les

moindres détails anatomiques dans des Planches remarquement exécutées. Cette différence dans les habitudes de l'esprit et dans les procédés d'étude est peut-être pour une part dans les divergences d'opinion qui séparent les deux auteurs relativement aux causes de la monstruosité. M. Dareste se rattache d'une manière à peu près absolue à la théorie des arrêts de développement; M. Guérin en appelle jusqu'ici presque exclusivement à une cause pathologique, à la rétraction musculaire, engendrée elle-même par une affection du système nerveux. Pour juger cette doctrine, il faut attendre qu'elle ait été exposée en entier; mais, dès à présent, on peut dire que le livre de M. Guérin aura rendu un service des plus sérieux à la Tératologie en représentant d'une manière remarquable un des côtés de cette Science. »

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la disposition des vertèbres cervicales chez les Chéloniens.* Note de M. L. VAILLANT.

« La portion cervicale du rachis chez les Chéloniens est toujours constituée par la réunion de huit vertèbres, en considérant les trois pièces atloïdiennes et l'odontoïde comme n'en formant qu'une, mais ces éléments peuvent être très diversement agencés, comme en fera juger l'étude des articulations des centrums, dont seuls il sera question dans cette Note.

» On rencontre là en premier lieu toutes les combinaisons des surfaces articulaires, car on peut y trouver des vertèbres procœliennes, type le plus habituel chez les Reptiles, des vertèbres opisthocœliennes, des vertèbres amphicœliennes, des vertèbres amphicyrtiennes ou biconvexes. La complication plus ou moins grande des surfaces articulaires de ces mêmes centrums présente en outre des différences physiologiques importantes. Dans certains cas ce sont des surfaces hémisphériques simples donnant une sorte d'articulation énarthrodiale; d'autres fois les extrémités sont élargies transversalement et même montrent sur l'une des vertèbres deux saillies hémisphériques placées côte à côte, sur l'autre deux cotyles correspondantes; dans ce cas, les seuls mouvements possibles étant la flexion et l'extension, on a un véritable ginglyme.

» Si l'on considère la disposition des surfaces, une seule espèce jusqu'ici, le *Pyxis arachnoides*, a toutes les vertèbres procœliennes; le fait est surtout remarquable en ce qui concerne la vertèbre atlo-odontoïde, laquelle, dans

toutes les Tortues étudiées, est amphicœlienne. Les *Trionyx*, *Cycloderma* et *Emyda*, c'est-à-dire les genres composant la famille des Trionychidées, tous très voisins les uns des autres, ont, avec la vertèbre atlo-odontoïde amphicœlienne suivant le type habituel, sept vertèbres postérieures toutes opisthocœliennes ; il peut, il est vrai, y avoir doute pour la huitième, laquelle n'est pas directement en rapport avec le corps de la première dorsale, ces deux os présentant l'un en face de l'autre des extrémités atténuées que des ligaments réunissent. La jonction de ces deux vertèbres est uniquement effectuée par les apophyses articulaires formant une charnière, un ginglyme si parfait, que, dans la flexion complète, les faces inférieures des corps vertébraux s'appliquent l'une contre l'autre.

» Les Chéloniens appartenant aux groupes désignés par Duméril et Bibron sous les noms de *Chersites*, d'*Élodites cryptodères* et de *Thalassites*, à l'exception des Pyxides citées plus haut, offrent une ou deux vertèbres amphicyrtiennes occupant des positions différentes suivant les espèces; la présence de ces centrums biconvexes amène une plus grande variété pour la disposition des surfaces articulaires des autres vertèbres. Ainsi la Cistude d'Europe et la Tortue marginée ont deux vertèbres amphicyrtiennes, la quatrième et la huitième; les deuxième et troisième sont opisthocœliennes, les cinquième et sixième procœliennes, la septième est amphicœlienne. Cet arrangement paraît le plus habituel dans les genres *Testudo, Cistudo, Emys*, cependant il n'est pas général. Dans le *Testudo græca*, le *Cinixys Belliana*, l'*Emys ornata* et plusieurs espèces analogues, la première des vertèbres amphicyrtiennes se trouve avancée au troisième rang; il n'y a qu'une vertèbre opisthocœlienne, laquelle la précède; les trois vertèbres qui la suivent sont procœliennes. Enfin sur une espèce indéterminée, mais qui certainement appartient à l'un des genres précédents, la première des vertèbres amphicyrtiennes se trouve au second rang, directement en rapport avec l'atlo-odontoïde; les quatre vertèbres suivantes, jusqu'à la sixième, sont procœliennes, la septième et la huitième restant, comme dans les espèces déjà citées, celle-là amphicœlienne, celle-ci amphicyrtienne.

» Les Cinosternes, les Staurotypes, les Émysaures et les Tortues de mer ne présentent à la région cervicale qu'une seule vertèbre amphicyrtienne, qui est tantôt la quatrième, *Cinosternon pensylvanicum, Thalassochelys caretta*, tantôt la troisième, *Staurotypus odoratus;* toutes les vertèbres qui précèdent, sauf l'atlo-odontoïde, sont opisthocœliennes, toutes celles qui suivent procœliennes.

» Ces dispositions variées des vertèbres se compliquent encore par la

présence des articulations ginglymoïdes, lesquelles occupent toujours la partie postérieure de la région, mais en nombre différent suivant l'espèce que l'on considère. En désignant l'articulation des deux vertèbres consécutives par le chiffre indiquant le rang de la vertèbre antérieure, on trouve que dans la *Cistudo orbicularis*, l'*Emys ornata*, il existe trois ginglymes, articulations cinquième, sixième et septième; il n'y en a que deux dans les *Testudo marginata*, *Testudo græca*, *Pixis arachnoides*, *Cinosternon pensylvanicum*, *Staurotypus odoratus*, articulations sixième et septième. Les Tortues de mer ne paraissent présenter qu'une articulation ginglymoïdale, la septième, et, quant aux Trionychida, les uns en offrent deux, *Cycloderma Aubryi*, *Trionyx ægyptiacus*, les autres une seule, *Trionyx javanicus*, *Emyda granosa*. Pour les vertèbres des Trionychidées aussi bien que pour celles des Thalassites, le mode d'articulation amphiarthrodial avec interposition de tissu fibro-cartilagineux très lâche rend souvent difficile l'interprétation de ces faits, les os secs isolés ne traduisant pas toujours d'une manière exacte ce qu'on observe sur ces mêmes parties revêtues de leurs cartilages.

» Ces articulations ginglymoïdes, telles qu'elles viennent d'être décrites, sont en rapport avec la faculté plus ou moins grande qu'ont les animaux sur lesquels on les rencontre de replier le cou dans le plan vertical pour abriter leur tête sous la carapace. Dans les Tortues pleurodères, où ce reploiement se fait dans le sens horizontal, elles font défaut : des ginglymes latéraux d'une autre nature, résultant de la disposition spéciale des apophyses articulaires, les remplacent. Pour ces Tortues, on observe cependant aux articulations des centrums des faits de même ordre que ceux cités plus haut, quant au nombre et à la position des corps vertébraux amphicyrtiens. Dans la *Chelonida longicollis* il en existe deux occupant le cinquième et le huitième rang; les vertèbres 2, 3 et 4 sont opisthocœliennes, la sixième est procœlienne, la septième amphicœlienne. Chez le *Sternothærus castaneus*, c'est la seconde vertèbre qui est amphicyrtienne; toutes les suivantes sont procœliennes.

» Bien que ces différences dans le mode d'articulation des centrums ne puissent pas sans doute être regardées comme ayant toutes la même importance, la position variable de la première vertèbre amphicyrtienne ne paraissant pas avoir la même valeur physiologique que le nombre des articulations ginglymoïdales, il n'en est pas moins singulier de constater ces variations pour une partie fondamentale du squelette dans l'ordre si naturel des Chéloniens. Il faut remarquer toutefois que ce groupe renferme des êtres ayant des manières de vivre très variées et que, par suite de leur

conformation spéciale, les mouvements des membres étant très limités et le corps enveloppé d'une carapace rigide, la tête et le cou sont les seules parties qui permettent à ces animaux de se mettre en rapport par le toucher avec les objets extérieurs. Ces faits seront développés dans un Mémoire, accompagné de Planches, actuellement sous presse. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches expérimentales sur la chaleur de l'homme pendant le mouvement;* par M. L.-A. BONNAL. (Extrait.)

« Dans une Note présentée à l'Académie le 28 octobre 1879, j'ai fait connaître, d'après mes expériences, les oscillations diurnes et nocturnes que subit la chaleur de l'homme lorsqu'il est au lit, c'est-à-dire à l'état de repos complet. Je viens aujourd'hui présenter le résultat de mes recherches sur les variations qu'éprouve la chaleur animale pendant le mouvement....

» Mes expériences, poursuivies pendant quatre années et s'élevant à cent cinquante environ, dont plusieurs ont été faites simultanément sur quatre sujets, peuvent se résumer dans les conclusions suivantes :

» 1° Tout exercice musculaire, même de courte durée, a toujours pour conséquence d'élever la température de la chaleur rectale. Cette élévation, qui dépasse rarement 38°,6, se produit à toute heure du jour et de la nuit, avant ou après un repas, et quels que soient l'âge, le sexe du sujet, et les circonstances météorologiques.

» 2° L'augmentation de la chaleur rectale, lorsqu'on passe de l'état de repos à celui de mouvement, n'est en rapport direct ni avec la durée de l'exercice ni avec la fatigue apparente se traduisant par des troubles physiologiques.

» 3° Pour un même exercice, exécuté dans des conditions identiques, l'élévation de la température rectale peut varier d'un individu à l'autre et aussi chez le même individu.

» 4° L'altitude, l'état de l'atmosphère, l'énergie des mouvements musculaires, la nature et l'ampleur des vêtements ont, pour un même exercice, accompli dans un même temps, une influence très manifeste sur l'élévation de la chaleur rectale, et surtout sur la rapidité de cette élévation.

» 5° L'absence ou l'abondance de la transpiration n'ont pas une influence appréciable sur les variations de la température animale pendant le mouvement.

» 6° Le repos qui succède à un exercice quelconque détermine toujours un abaissement de la température rectale. Cet abaissement est d'autant plus grand et d'autant plus rapide que l'exercice a été plus court. Le repos serait-il le moyen à l'aide duquel l'organisme lutterait contre une trop grande élévation de la chaleur animale?

» 7° Tout exercice rapide qui amène une grande accélération du pouls et de la respiration abaisse la température périphérique (bouche, aisselle, pli de l'aîne). Celle-ci se relève aussitôt qu'on se repose, et, après un certain temps, les températures périphérique et rectale s'équilibrent ou reprennent leur différence normale (0°, 2 ou 0°, 3).

» 8° L'amplitude des oscillations de la chaleur rectale pendant le mouvement peut atteindre momentanément 39°, 5, comme je l'ai constaté le 14 novembre 1880 chez le coureur Delatouche, surnommé l'*homme-cheval*, âgé de trente et un ans; il venait de faire une course de 18^{km},480 en une heure et demie sans s'arrêter : après cette course, il ne s'est produit d'autre trouble qu'une élévation du pouls (cent quarante-cinq pulsations), sans accélération de la respiration.

» 9° Si la température rectale est au-dessous de 37°, fût-ce même 36°, un exercice modéré (marche de vingt à vingt-cinq minutes sur un plan horizontal, action de faire sa toilette) la porte à 37°; mais, si la température est supérieure à 37°, le même exercice ne l'élève que de 0°, 2 à 0°, 4 C.

» 10° Dans une montée rapide, c'est presque toujours après la première demi-heure que la température rectale est le plus élevée; ensuite, si l'on continue à monter, elle peut rester stationnaire, s'élever de 0°, 1 à 0°, 3, ou même descendre de 0°, 1 à 0°, 2.

» 11° Pour un même trajet parcouru dans le même temps, toutes choses restant égales d'ailleurs, l'élévation de la température rectale est plus grande et surtout plus rapide si l'on marche sur un plan ascendant que sur un plan descendant ou horizontal.

» 12° La gymnastique, dans la position horizontale et limitée aux membres supérieurs, maintient le degré de la température initiale, alors même que le sujet est vêtu d'un léger maillot de laine et que la salle est à 12° C.

» 13° La gymnastique, limitée aux membres inférieurs, peut, en trente minutes, élever la chaleur rectale de 0°, 3 à 0°, 7, suivant qu'elle est plus ou moins élevée avant l'exercice.

» 14° Les variations que subit la chaleur pendant le mouvement font comprendre, en grande partie, pourquoi les divers expérimentateurs qui ont cherché à établir le chiffre de la chaleur normale de l'homme sont arrivés

à des résultats parfois si différents, tout en explorant la même région ou une région similaire.

» 15° Les températures centrale et périphérique pouvant présenter entre elles des écarts très grands, il est indispensable de les prendre à la fois l'une et l'autre.

» 16° S'il est impossible de nier que l'exercice a toujours pour conséquence d'activer la respiration et les combustions internes, il résulte de mes expériences que l'application rigoureuse des lois de la Mécanique à l'organisme humain ne paraît pas justifiée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Etudes sur les mœurs du Phylloxera pendant la période d'août à novembre* 1880. Lettre de M. **Fabre**, délégué de l'Académie, adressée à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« J'ai commencé mes observations sur le ravageur de la vigne vers la fin du mois de juillet, c'est-à-dire à l'époque où l'Académie m'a fait l'honneur de me nommer son délégué dans la question du Phylloxera.

» Mon champ d'études a été le territoire de Sérignan (Vaucluse), l'un des points les plus maltraités par le fléau, où l'on ne voit plus, au lieu des magnifiques vignobles d'autrefois, que de rares vignes, souffreteuses, renouvelées par d'obstinées replantations à mesure qu'elles périssent.

» Mes recherches n'embrassent encore qu'une période trop courte pour me permettre des développements circonstanciés, d'où la pratique puisse retirer quelque fruit. J'ai recueilli des négations encore plus que des affirmations; des problèmes ont surgi, des soupçons se sont élevés, soupçons et problèmes que je vais exposer avec l'extrême réserve que m'impose un sujet encore enveloppé pour moi d'épais nuages.

» Mon attention s'est principalement portée sur les modes de migration, de diffusion du parasite. De nombreux tubes de verre, fermés à l'un et l'autre bout par un tampon de coton, contenaient chacun un fragment de racine envahi par le Phylloxera à divers degrés de développement. Quelques-uns de ces fragments, les plus menus, étaient chargés surtout de jeunes et d'œufs récemment pondus. En peu de jours, dans le courant

d'août, ils se desséchaient, et j'assistais alors, dans la plupart des cas, au spectacle que voici.

» La population parasite, consistant en jeunes, éclos pour le plus grand nombre dans le tube, abandonnait l'aride radicelle et se mettait à errer au hasard dans tous les sens de sa prison de verre, avec une activité rendue plus frappante par l'habituelle immobilité de l'insecte. Cela me rappelait les allées et venues affairées des jeunes larves de Sitaris et autres Méloïdes, lorsqu'au printemps elles quittent le gîte d'hiver pour se fixer sur la toison d'un hyménoptère.

» Il importait de suivre dans leurs moindres détails ces pérégrinations obstinées, car j'avais évidemment devant moi les tentatives faites par le parasite en vue d'un déménagement vers un but à déterminer. Je constatais aussi que la plupart de mes captifs, après avoir longtemps erré, s'insinuaient dans le tampon de coton terminant de part et d'autre le tube, s'engageaient dans la masse filamenteuse autant que les forces le leur permettaient, puis y restaient immobiles, paralysés sans doute par l'obstacle de l'ouate. Si je remplaçais le coton par un bouchon de liège, c'est dans l'étroite fissure entre ce bouchon et la paroi de verre qu'ils venaient se loger et se tenir immobiles, incapables de se porter plus avant.

» Ces faits se passaient en pleine lumière, les tubes étant à découvert sur une table. La pensée me vint d'expérimenter l'influence de la lumière et de l'obscurité, pour connaître vers quel but tendait la population en déménagement. A cet effet, je choisis le tube le mieux peuplé, celui où les jeunes pucerons se montrent le plus actifs, et je l'enveloppe d'un cylindre de papier assez épais pour intercepter toute lumière. Ce cylindre opaque est un peu plus court que le tube, de manière que celui-ci déborde, mais par une extrémité seulement, de $0^m,005$. Il me suffit de refouler le tube dans son étui de papier, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, pour faire émerger soit l'une soit l'autre des extrémités, et les soumettre ainsi alternativement à l'influence de la lumière et de l'obscurité. Enfin le tube est disposé verticalement, le bout éclairé en haut.

» Armé d'une loupe, je suis les résultats de mon expérience. L'attente n'est pas longue. Je vois les insectes situés dans la partie du tube obombrée par l'étui grimper activement sur la paroi du verre, gagner le haut et venir s'insinuer dans le tampon d'ouate. En peu de minutes, tous sont accourus à la lumière. Les parasites étant immobiles entre les filaments du coton, je refoule le tube dans son étui pour éclairer la partie inférieure et mettre dans l'obscurité la partie supérieure. En ce moment, je ne vois en

bas que quelques retardataires, ou même le plus souvent je n'en trouve aucun. Toute la population s'était donc portée en haut, là où était le jour.

» Maintenant le jour est en bas : un nouveau déménagement commence, aussi prompt que le premier. Je vois, à la loupe, les parasites descendre, émerger de la partie obscure et accourir se blottir dans l'ouate du tampon d'en bas. Quand l'immobilité s'est faite, nouveau refoulement du tube et nouveau passage des insectes dans la partie supérieure, à la lumière. Ils abandonnent leur gîte inférieur actuellement obscur, et reviennent avec le même empressement au bout supérieur éclairé. Ces migrations tour à tour dans le haut et dans le bas du tube émergeant de l'étui opaque sont indéfiniment répétées avec un égal succès de ma part et une égale persévérance du parasite.

» La direction du tube, qui est la verticale, serait-elle pour quelque chose dans ces résultats; l'ascension, la descente entreraient-elles dans les habitudes de l'insecte? Non! Le tube étant disposé horizontalement, avec chacune de ses extrémités à tour de rôle éclairée, le résultat reste le même. Les parasites accourent là où est la lumière, et s'y tiennent immobiles une fois engagés dans l'ouate. Aucun doute, par conséquent, au sujet de la conclusion : les jeunes Phylloxeras, abandonnant leur radicelle desséchée, se dirigent vers la lumière.

» Une vie souterraine, dans une continuelle et profonde obscurité, ferait supposer l'absence des organes de la vision ; cependant, si l'on examine le Phylloxera au microscope, on lui reconnaît de chaque côté de la tête trois points oculaires, deux antérieurs juxtaposés, le troisième isolé et postérieur. Ces points, sans présenter la savante structure des yeux de l'insecte destiné à vivre en pleine lumière, sont du moins analogues aux taches oculaires des Myriapodes. Le Phylloxera, dès l'issue de l'œuf, est donc suffisamment organisé pour se diriger vers la lumière lorsque son instinct le lui commande.

» Que cherchent-ils en venant au grand jour? Mes premiers soupçons se sont portés sur les parties aériennes de la vigne, feuilles, rameaux, écorce. Dans un tube, cette fois-ci exposé en plein à la lumière diffuse, devant ma fenêtre, j'ai introduit un fragment de feuille. Les pucerons errants ne s'y sont pas fixés, pas même parmi le duvet de la face inférieure. Après vingt-quatre heures d'attente, je les ai trouvés engagés dans le tampon d'ouate.

» Un lambeau d'écorce n'a pas eu plus de succès; mais une radicelle, récemment extraite de terre, a fini, non sans longues hésitations de la part

de l'insecte, par attirer la vagabonde population. Au bout d'une couple de jours, mes captifs étaient fixés sur la racine, le suçoir implanté dans la tendre écorce. D'où cette autre conclusion, qui me semble aussi précise que la première : les jeunes parasites, abandonnant la radicelle malade, comme trop aride, impuissante à les nourrir, émigrent en venant à la lumière, à la surface du sol, pour gagner une autre racine dans le voisinage, au moyen des crevasses du sol apparemment.

» La persistance du Phylloxera à s'insinuer aussi avant que possible dans l'ouate formant mes tubes, ou bien dans l'étroit intervalle séparant le bouchon de liége de la paroi de verre, est sans nul doute l'indice des manœuvres de l'insecte à travers les fissures du sol. Ce tampon d'ouate est pour l'animal expérimenté ce que serait le sol plus ou moins inculte pour l'animal agissant dans les conditions naturelles. C'est l'obstacle qu'il faut traverser pour arriver à la surface.

» J'ajoute que les parasites parvenus à leur développement, trop lourds apparemment, trop obèses pour semblable migration, ne m'ont rien montré de pareil sur leur racine se desséchant ou pourrissant : je les ai vus inactifs et se laissant dépérir sans tentatives bien manifestes d'aller chercher emplacement meilleur.

» Un fait était donc à constater dans les conditions naturelles, fait d'importance majeure : celui des migrations du Phylloxera venant à la surface du sol pour redescendre en terre et gagner des racines fraîches. Je sais bien que semblables voyages ont été constatés par les observateurs qui m'ont précédé dans cette voie; mais je me suis imposé, comme je l'ai toujours fait dans mes diverses recherches entomologiques, la loi formelle d'agir comme si j'ignorais tout. On a ainsi, à mon humble avis, la liberté d'esprit et la franchise d'allures que réclament les minutieux problèmes des mœurs d'un insecte.

» Témoin des faits que je viens d'exposer, j'avais la conviction, en agissant à temps, de surprendre l'insecte dans ses migrations sur le terrain. De la patience et des yeux auxiliaires s'adjoignant aux miens devaient suffire pour faire de soupçon certitude. Sans tarder, je me suis mis en observation, ayant pour aides mon fils Émile, et mon gendre, M. Roux, professeur de Physique, alors en vacances chez moi. Tous les trois, munis de loupes, couchés à plat ventre, la tête dans le fourré de feuillage qui nous protégeait contre l'insolation, nous avons examiné le sol autour des ceps, dans les vignes du voisinage, notamment dans celles qui m'avaient fourni les sujets d'expérimentation. Nos tentatives se sont répétées à toute heure du jour,

dans des conditions atmosphériques très variées, et cela à des intervalles rapprochés, pendant tout le mois d'août et la majeure partie de septembre. Notre patience, notre assiduité n'ont abouti à rien : aucun de nous trois n'est arrivé à voir un seul puceron à la surface du sol, je dis littéralement un seul. Les fouilles cependant nous les montraient en abondance, jeunes et vieux, sur les racines des mêmes ceps.

» A ce résultat négatif s'en adjoint un autre, et des deux négations nous allons voir s'élever un soupçon qui ne manquerait pas d'intérêt si l'avenir le confirmait. Voici d'abord l'exposé des choses. Mes éducations au laboratoire se faisaient partie dans des tubes de verre, comme on vient de le voir, partie dans des flacons et dans des boîtes en fer-blanc, où je tenais, au milieu de terre convenablement fraîche, des fragments de racines riches en parasites. Mes appareils, assez nombreux, devaient bien contenir en tout un millier d'insectes, à tous les degrés de développement depuis l'œuf. Je ne parle, bien entendu, que de la forme aptère.

» Ce que je surveillais avec le plus d'assiduité, c'était l'apparition de la forme ailée, qui est incontestablement la forme disséminatrice à de grandes distances. Suivre les mœurs de l'insecte apte à voler s'imposait à mon attention comme l'un des points les plus importants du problème. C'est dire que les visites à mes appareils étaient quotidiennes et renouvelées souvent le même jour, en saison favorable, c'est-à-dire en août et septembre.

» D'après mes prédécesseurs, en qui j'ai confiance entière, l'observation de la forme ailée n'a rien de difficultueux, et, m'en rapportant à ce qu'ils ont vu, j'attendais, dans mes bocaux, des Phylloxeras ailés en quantité considérable : mon attente a été complètement déçue. Dans la première quinzaine d'août, toutes mes investigations n'ont abouti qu'à reconnaître de bien rares nymphes et finalement de bien rares insectes parfaits. Leur nombre est présent à ma mémoire : c'est trois, quatre tout au plus. Le mois d'août s'est écoulé sans m'en montrer davantage; en septembre, je n'en ai pas vu un seul. J'ai renoncé alors à poursuivre semblable recherche, la jugeant inutile.

» Est-ce maladresse de ma part? Mes prédécesseurs ont vu, parfaitement vu, et en grand nombre, à ces mêmes époques d'août et de septembre, ces pucerons ailés dont je parviens à peine à voir trois ou quatre. Ayant quelque habitude de recherches analogues dans un monde parfois encore plus petit, je ne peux croire que mon insuccès ait pour cause l'impéritie. Toute idée d'amour-propre franchement écartée, je pense que, si je n'en ai pas vu davantage dans mes bocaux, c'est qu'il n'y en avait pas un plus grand

nombre. L'insecte, avec ses fines ailes irisées, ses gros yeux noirs, sa livrée jaune, ne pouvait guère échapper à un regard habitué à la loupe. D'où provient alors cette énorme différence entre les résultats de mes observations et les résultats de mes prédécesseurs?

» La même question reparaît au sujet de mes vaines tentatives pour trouver le Phylloxera ailé sur le terrain des vignobles. Averti de l'époque favorable par les rares apparitions qui avaient lieu dans mes appareils, guidé d'ailleurs dans mes recherches par les observateurs qui m'ont précédé, j'ai cherché, en compagnie de mes collaborateurs, la forme ailée au pied des ceps, sur le sol, à la surface inférieure des feuilles, au soleil et à l'ombre, par un temps superbe ou par un ciel couvert; j'ai mis à cette recherche tout le temps, toute la patience, tous les soins désirables; et ni moi, ni mes deux aides, ne sommes parvenus à trouver au milieu des vignes un seul Phylloxera pourvu d'ailes. D'après les Mémoires que je consulte, l'observation cependant n'a rien de difficultueux en saison propice; la forme citée n'est pas rare au point d'être introuvable pour qui désire bien la trouver. D'où provient donc mon insuccès? me demanderai-je encore une fois.

» Ici trouve place le soupçon que j'ai fait pressentir. Dans le cours de mes études, j'ai fréquemment interrogé les viticulteurs pour savoir d'eux la marche du fléau dans leurs propriétés, car ici on ne se lasse pas de replanter malgré tous les échecs. Or, il résulte de leur dire, à peu près unanime, que la propagation phylloxérienne marche aujourd'hui incomparablement moins vite qu'autrefois. Au début, une vigne attaquée en un point était, l'année suivante, entièrement détruite. Le mal était pour ainsi dire foudroyant. Aujourd'hui les conditions paraissent changées. Le centre d'attaque s'étend avec lenteur, et le parasite met des années pour se propager dans un rayon de peu d'étendue. J'ai particulièrement en souvenir une vigne dont le point phylloxéré n'a depuis trois ou quatre ans presque pas progressé. En somme, les cultivateurs paraissent reconnaître un ralentissement formel dans la diffusion du mal.

» Trop nouveau dans Sérignan pour juger moi-même de la marche du fléau en ce pays, je passerais sous silence ces appréciations des gens de la campagne jusqu'à vérification de ma part, si elles ne concordaient parfaitement avec mes résultats négatifs. A trois, nous n'avons pu réussir à voir sur le terrain ces migrations dont les éducations en tubes me fournissaient les indices; à trois, nous n'avons pas vu dans la campagne un seul Phylloxera ailé; dans mes bocaux, j'ai obtenu au plus quatre ailés en des con-

ditions où mes prédécesseurs en ont constaté par centaines. Les migrations, soit par des insectes aptères mais agiles, soit par des insectes pourvus d'ailes, seraient donc devenues plus difficultueuses; et de là résulterait le ralentissement reconnu par les viticulteurs.

» Est-ce une concordance fortuite, basée sur des circonstances qui m'échappent? Ou bien le ravageur de la vigne s'acheminerait-il réellement vers sa décadence, parce que ses formes disséminatrices ne sont plus dans des conditions de prospérité? Des recherches ultérieures, la saison favorable revenue, dissiperont un peu, je l'espère, l'épais nuage du problème qui surgit au début de mes études, et le soupçon que font naître mes résultats.

» Sur la recommandation de l'Académie, j'avais à m'occuper, d'autre part, des parasites que peut avoir le Phylloxera, soit dans le règne végétal, soit dans le règne animal. Je n'ai rien constaté, dans la végétation infime des mycètes, qui puisse être de uature à nuire au parasite de la vigne. Quant au règne animal, un moment j'ai eu de l'espoir.

» A diverses reprises, j'ai surpris, au milieu des colonies de Phylloxeras, un acarien transparent comme du cristal et un peu plus petit que son commensal de la radicelle. Je l'ai vu s'insinuer dans les tas de pucerons, bouleverser les amas d'œufs, mais sans parvenir à le surprendre plongeant son rostre soit dans les uns soit dans les autres. Était-ce un parasite du Phylloxera? Quelque temps je l'ai cru, et d'autant plus volontiers qu'il venait d'être question à l'Académie d'un autre acarus, un *Trombidium*, qui logerait ses œufs dans les galles du Phylloxera et paraîtrait se nourrir en suçant le corps de ce puceron.

» J'ai donc attentivement surveillé l'acarus hyalin pour savoir de quoi il se nourrit, sans parvenir à lui voir faire usage de son rostre lorsqu'il dérange en passant les tas d'œufs ou de pucerons. Mon attente est enfin devenue désappointement complet, car je suis parvenu à élever l'acarus sur une radicelle à demi pourrie, dépourvue d'œufs ainsi que de Phylloxeras. L'arachnide s'y est établi et y a prospéré, bientôt entouré d'une nombreuse lignée. L'acarus en question est donc un simple commensal du Phylloxera, et non un parasite; il s'établit parfois sur la même radicelle que le puceron, et s'y nourrit de matières décomposées. Je n'en parle que pour épargner à d'autres peut-être mon propre désappointement. En somme, pour ce qui concerne les parasites présumés du Phylloxera, mes observations sont restées jusqu'ici sans résultat. »

M. A. **Werebrusoff** adresse un nouveau Mémoire sur les inégalités séculaires du grand axe dans le mouvement des planètes.

L'auteur avait adressé précédemment, sur le même sujet, un autre Mémoire dans lequel avaient été omis des termes provenant du terme constant de la fonction perturbatrice. En outre, le coefficient qui avait été trouvé pour l'inégalité séculaire est égal à zéro.

(Commissaires : MM. Puiseux, Bouquet, Tisserand.)

M. R. **Pellerin** adresse une Note sur le maximum de déviation de l'aiguille aimantée par l'action d'un courant électrique.

(Commissaires : MM. Jamin, Edm. Becquerel, Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *Laguerre*, intitulée « Notes sur la résolution des équations numériques ».

2° Un Volume de M. *E. Hospitalier*, intitulé « Les principales applications de l'électricité ».

3° Un Volume de M. *G. Tissandier*, intitulé « Récréations scientifiques ».

4° Un Volume portant pour titre « Exposition universelle de 1880, à Melbourne. — France. — Notices sur les modèles, dessins et Ouvrages relatifs aux Services des Ponts et Chaussées, des Mines, des Bâtiments civils et nationaux, réunis par les soins du Ministère des Travaux publics ». (Présenté par M. L. Lalanne, au nom de M. le Ministre des Travaux publics.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques équations différentielles linéaires.* Note de M. **Brioschi**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je désire vous communiquer une remarque que j'ai faite ces jours-ci et qui pourra vous intéresser, si pourtant elle ne s'est déjà présentée à vous.

» En désignant par z, v deux intégrales particulières des équations diffé-

rentielles linéaires

$$\frac{d^2 z}{du^2} = P z, \quad \frac{d^2 v}{du^2} = Q v,$$

et posant $y = zv$, on obtient

$$\frac{d^3 y}{du^3} = (3P + Q)\frac{dy}{du} + \left(\frac{dP}{du} + \frac{dQ}{du}\right) y + 2(Q - P) v \frac{dz}{du}.$$

» Soit $\frac{dz}{du} = \lambda z$, λ étant une constante; on a

$$P = \lambda^2,$$

et l'équation précédente devient

$$\frac{d^3 y}{du^3} = (3\lambda^2 + Q)\frac{dy}{du} + \left(\frac{dQ}{du} + 2\lambda Q - 2\lambda^3\right) y.$$

» Soit $Q = 2k^2 \operatorname{sn}^2 u + h$, h étant une constante; on aura

$$\frac{d^3 y}{du^3} = (2k^2 \operatorname{sn}^2 u + h + 3\lambda^2)\frac{dy}{du} + 2(2k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u + 2\lambda k^2 \operatorname{sn}^2 u + \lambda h - \lambda^3) y.$$

» Or on a

$$\frac{dv}{du} = \frac{\operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u - \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}^2 u - \operatorname{sn}^2 \omega} v;$$

en multipliant par z et en posant $\frac{dy}{du} - v\frac{dz}{du} = \frac{dy}{du} - \lambda v$ au lieu de $z\frac{dv}{du}$, on trouve que

$$0 = (\operatorname{sn}^2 u - \operatorname{sn}^2 \omega)\frac{dy}{du} - [\lambda(\operatorname{sn}^2 u - \operatorname{sn}^2 \omega) + \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u - \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega] y.$$

» J'ajoute cette équation, multipliée par ρk^2 (ρ, coefficient numérique), à la dernière; on a

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{d^3 y}{du^3} = {} & [(\rho + 2) k^2 \operatorname{sn}^2 u - \alpha] \frac{dy}{du} \\ & + [(4 - \rho)\lambda k^2 \operatorname{sn}^2 u + (4 - \rho) k^2 \operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u - \beta] y, \end{aligned} \right.$$

en posant

$$\alpha + 3\lambda^2 + h - \rho k^2 \operatorname{sn}^2 \omega = 0,$$
$$\beta - 2\lambda^3 + 2\lambda h + \rho\lambda k^2 \operatorname{sn}^2 \omega + \rho k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega = 0.$$

» Mais $h = k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - (1 + k^2)$; on aura donc

$$(2) \quad \begin{cases} 3\lambda^2 - (\rho - 1)\Omega + \alpha - (\rho + 2)\dfrac{1 + k^2}{3} = 0, \\ 2\lambda^3 - (\rho + 2)\lambda\Omega - \rho\Omega_1 - \beta - (\rho - 4)\dfrac{1 + k^2}{3} = 0, \end{cases}$$

en faisant

$$\Omega = k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{1 + k^2}{3}, \quad \Omega_1 = k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega.$$

» Si l'on pose $\rho = 4$, on a l'équation différentielle du troisième ordre de M. Picard, et, pour $\rho = 1$, on a celle que vous avez donnée dans les *Comptes rendus* du 5 avril. On voit tout de suite que ces types sont les seuls.

» On a ainsi ce théorème : *Une intégrale particulière de l'équation différentielle linéaire du troisième ordre* (1) *est égale au produit de deux intégrales particulières de deux équations de Lamé dont pour l'une $n = 0$, pour l'autre $n = 1$, et les valeurs des constantes λ, ω de ces équations sont données par les relations* (2).

» La même propriété a lieu pour les équations d'ordres supérieurs. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équilibre des surfaces flexibles et inextensibles.* Note de M. Lecornu, présentée par M. Bouquet.

« Lorsqu'une surface parfaitement flexible et inextensible, sollicitée, en chacun de ses points, par des forces du même ordre de grandeur que les éléments correspondants, se trouve en équilibre, chaque élément linéaire est soumis à une force de tension dirigée dans le plan tangent et généralement oblique sur cet élément. On peut désigner la composante de la tension normale à l'élément sous le nom de *force d'arrachement* ou *de compression*, suivant son signe, et la composante tangentielle sous le nom de *force de cisaillement*. En supposant toutes les tensions rapportées à l'unité de longueur (comme les forces appliquées, ou forces extérieures, sont rapportées à l'unité de surface), on voit sans peine que :

» *Les forces de cisaillement développées en un point donné sur deux éléments linéaires qui se coupent à angle droit sont égales.*

» La loi de variation des tensions, pour les éléments qui passent par un même point, est tout à fait analogue à la loi de variation des courbures normales. En portant sur chaque tangente, à partir du point considéré,

une longueur inversement proportionnelle à la racine carrée de la tension, on obtient une conique, ou indicatrice des tensions, qui jouit de cette propriété fondamentale :

» *Une direction quelconque et celle de la tension correspondante sont conjuguées par rapport à l'indicatrice des tensions.*

» Par conséquent, il existe en chaque point deux directions rectangulaires qui sont perpendiculaires aux tensions correspondantes.

» En traçant sur la surface deux séries de courbes orthogonales, formant un système de coordonnées, et désignant par :

$\frac{1}{R_1}$, $\frac{1}{\rho_1}$ les composantes, normale et tangentielle, de la courbure d'une des courbes coordonnées passant en un point ;

$\frac{1}{R_2}$, $\frac{1}{\rho_2}$ les composantes analogues pour l'autre courbe ;

$\frac{1}{T}$ la torsion géodésique, commune aux deux courbes ;

F_1, F_2, Φ les composantes de la force extérieure suivant les tangentes aux deux courbes et suivant la normale à la surface ;

n_1, n_2 les forces d'arrachement correspondant aux deux tangentes ;

t la force de cisaillement commune aux deux directions ;

$\frac{\partial n_2}{\partial s_1} ds_1$ la variation de n_2, pour un déplacement ds_1 effectué sur la première courbe, etc. ;

j'ai établi, par le théorème des travaux virtuels, les trois équations suivantes :

$$\frac{\partial n_2}{\partial s_1} - \frac{\partial t}{\partial s_2} + \frac{n_1 - n_2}{\rho_2} + \frac{2t}{\rho_1} = F_1,$$

$$\frac{\partial n_1}{\partial s_2} - \frac{\partial t}{\partial s_1} + \frac{n_2 - n_1}{\rho_1} + \frac{2t}{\rho_2} = F_2,$$

$$\frac{n_1}{R_2} + \frac{n_2}{R_1} - \frac{2t}{T} = \Phi.$$

» Ces trois équations sont nécessaires et suffisantes pour l'équilibre. Il est donc impossible d'éliminer les tensions, comme dans le cas d'un fil flexible. On s'explique ce résultat en remarquant que, pour maintenir fixe une surface, il suffit de fixer une courbe quelconque, autre qu'une ligne asymptotique, et que, par conséquent, il ne peut exister entre les données, en dehors des conditions relatives aux limites, aucune condition nécessaire pour l'équilibre.

» Les trois équations précédentes, dans lesquelles on regarde n_1, n_2, t comme les inconnues, ne diffèrent que par les seconds membres de celles qui définissent les variations subies par $\frac{1}{R_1}$, $\frac{1}{R_2}$, $\frac{1}{T}$ dans une déformation infiniment petite de la surface, et, par suite, dès qu'on a une solution particulière du problème qui nous occupe, la recherche de la solution générale est ramenée à l'étude des déformations infiniment petites.

» En posant

$$n_1 = n'_1 + \frac{a}{R_1}, \quad n_2 = n'_2 + \frac{a}{R_2}, \quad t = t' + \frac{a}{T},$$

et déterminant la fonction a par la condition

$$2a\left(\frac{1}{R_1 R_2} - \frac{1}{T^2}\right) = \Phi$$

(ce qui exclut le cas des surfaces développables), on peut prendre comme nouvelles inconnues n'_1, n'_2, t'. On fait ainsi disparaître sans difficulté la composante normale de la force extérieure.

» Après cette transformation, on peut énoncer le théorème suivant :

» *Les directions asymptotiques sont deux directions conjuguées de l'indicatrice des tensions.*

» Ou, en d'autres termes :

» *Les tensions qui agissent sur une ligne asymptotique sont tangentes aux lignes asymptotiques de l'autre système.*

» Rapportées aux lignes asymptotiques, les équations d'équilibre deviennent

$$\sin\varphi \frac{\partial n}{\partial \sigma_1} - n\left[\frac{\partial \varphi}{\partial \sigma} + \frac{1}{\rho} + 2\cos\varphi\left(\frac{\partial \varphi}{\partial \sigma_1} + \frac{1}{\rho_1}\right)\right] + \frac{n_1}{\rho} = f_1 \sin^3\varphi,$$

$$\sin\varphi \frac{\partial n_1}{\partial \sigma} - n_1\left[\frac{\partial \varphi}{\partial \sigma_1} + \frac{1}{\rho_1} + 2\cos\varphi\left(\frac{\partial \varphi}{\partial \sigma} + \frac{1}{\rho}\right)\right] + \frac{n}{\rho_1} = f \sin^3\varphi,$$

équations dans lesquelles φ désigne l'angle des lignes asymptotiques; $\frac{1}{\rho}$, $\frac{1}{\rho_1}$ leurs courbures géodésiques; n, n_1 les composantes normales des tensions et f, f_1 les composantes de la force extérieure suivant les tangentes aux deux lignes asymptotiques.

» On déduit de ces équations, et il est d'ailleurs facile de voir directement, que les deux fonctions arbitraires introduites par l'intégration renferment chacune le paramètre de l'une des lignes asymptotiques.

» Dans le cas des surfaces réglées, la séparation des inconnues s'effectue immédiatement, et l'on est amené à intégrer une équation aux dérivées partielles, à une seule inconnue. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité de l'oxygène, et l'action de ce gaz sur le mercure dans les expériences où ces corps sont mis en contact.* Note de M. E.-H. Amagat.

« C'est un fait généralement admis, qu'il est impossible de faire avec exactitude aucune expérience relative à la compressibilité ou la dilatation du gaz oxygène, ce gaz étant, d'après Regnault, absorbé par le mercure en quantité appréciable, même pendant le temps nécessaire aux expériences. Lorsque j'ai fait mes recherches sur la compressibilité des gaz sous forte pression et à la température ambiante (par comparaison avec l'azote), j'ai néanmoins tenté l'étude de l'oxygène, pensant que, grâce à la rapidité avec laquelle je pouvais opérer, j'obtiendrais des résultats au moins passablement concordants : j'ai été assez surpris de ne remarquer aucune absorption et d'obtenir des séries aussi régulières qu'avec les autres gaz; j'ai donc donné mes résultats sans insister sur le fait relatif à l'absorption, ayant, du reste, l'intention de l'examiner plus tard. Toutefois, dans mes nouvelles recherches à diverses températures, j'ai cru devoir écarter l'oxygène et même l'air, pensant qu'à des températures un peu élevées il pourrait y avoir absorption sensible, d'autant plus qu'aux températures intermédiaires entre la température ambiante et 100° les séries exigent un temps beaucoup plus long.

» Je viens de reprendre l'étude du gaz oxygène, afin d'examiner les conditions physiques dans lesquelles les expériences peuvent être faites avec succès, et, après quelques essais préliminaires qui m'ont donné, à 1 ou 2 centièmes près, les résultats de mon premier travail, j'ai disposé mon appareil pour opérer, comme avec les autres gaz, jusqu'à 100°.

» J'ai constaté d'abord qu'à la température ambiante le volume de l'oxygène reste constant, pour des indications identiques du manomètre à azote, non seulement pendant le temps nécessaire aux expériences, mais pendant plusieurs jours. J'ai fait, pendant cinq jours consécutifs, deux séries, matin et soir, sans démonter les manomètres; ces séries sont

toutes remarquablement concordantes et reproduisent, à moins de 1 centième, les résultats que j'ai donnés dans mon Mémoire.

» J'ai opéré ensuite à 50°, puis à 100°, et, à ma grande surprise, les expériences ont présenté la même régularité.

» Je ne voudrais pas affirmer qu'à cette température l'action soit absolument nulle, car le manomètre s'était *très légèrement* terni à l'intérieur en quelques points, ce qui n'arrive pas en général avec les autres gaz, si ce n'est assez souvent avec l'acide carbonique; toutefois, l'appareil ayant été maintenu deux heures environ à 100°, je n'ai observé aucune absorption, et, après avoir ramené l'appareil à la température ambiante (ou plutôt à la température du réservoir qui fournit le courant d'eau), j'ai retrouvé le volume primitif et fait de nouveau plusieurs séries, qui ont redonné les résultats des premières. Le gaz a été ensuite essayé dans le manomètre même; il contenait un peu plus de 1 centième d'azote.

» J'ignore absolument la cause, peut-être accidentelle du reste, qui a produit les divergences dont parle Regnault, dans son Mémoire sur la dilatation des gaz sous des *pressions voisines de* 1^{atm}, mais j'affirme que, dans les conditions de température et de pression dans lesquelles mes expériences ont été faites, le mercure et l'oxygène, *parfaitement purs* et secs, peuvent rester en contact pendant un temps infiniment plus que suffisant pour opérer sans qu'on puisse constater avec certitude la moindre absorption.

» Il est bon de remarquer que, en admettant une légère action même à la température ordinaire, l'absorption peut devenir infiniment moins sensible sous de fortes pressions, car, pour que la fraction de volume du gaz absorbé fût la même, il faudrait que la masse de gaz disparue dans un temps donné fût proportionnelle à la pression (en admettant la loi de Mariotte), ce qui est peu probable; il pourrait même se faire que le contraire eût lieu. Il faut remarquer également que les divergences dont parle Regnault, sans en assigner la grandeur, portaient probablement sur le troisième chiffre significatif du coefficient de dilatation des gaz, chiffre dont je ne puis répondre dans les conditions de mes recherches.

» Les expériences dont je viens de parler ont été faites entre 110^{atm} et 420^{atm}; elles m'ont permis de tracer la courbe de l'oxygène à 50° et à 100°; la compressibilité de ce gaz suit les lois générales que j'ai énoncées dans mon Mémoire (séance du 30 août dernier). J'ai calculé le coefficient moyen de dilatation $\frac{v'-v}{v(t'-t)}$ entre 14°,7 et 100°,2; voici les valeurs de ce

coefficient sous les pressions inscrites en atmosphères à la première ligne :

Pressions....	$113^{atm},4$	$141^{atm},1$	$181^{atm},1$	$240^{atm},9$	$342^{atm},1$	$418^{atm},9$
Coefficients...	»	0,00456	0,00469	0,00477	0,00443	0,00407
pv à 100°,2..	»	6430	6515	6630	6911	7189
pv à 14°,7....	4638	4626	4648	4711	4993	5336

» La troisième ligne du Tableau contient les produits *pv* correspondant aux mêmes pressions et à la température de 100°,2; la quatrième contient les mêmes produits pour la température de 14°,7. »

M. **Chevreul** rappelle, à l'occasion de la Communication de M. Amagat, que M. Dulong avait constaté que, par suite de la formation d'une certaine quantité d'oxyde de mercure pendant l'ébullition de ce métal au contact de l'air, cet oxyde restait en partie dissous par le mercure et lui communiquait la propriété de fournir des baromètres à surface plane. Il avait fait, à ce sujet, des expériences qu'il considérait comme absolument concluantes.

M. **Dumas** fait remarquer, de son côté, que les expériences du bénédictin dom Casbois sur les baromètres à surface plane avaient été répétées par Lavoisier. Divers baromètres de ce genre, construits de ses mains, existent encore parmi les instruments que M. de Chazelles possède. Ils ont conservé depuis près d'un siècle leurs propriétés, et ils offrent encore aujourd'hui leur surface plane caractéristique. On sait que le mercure, modifié par le procédé de dom Casbois, mouille le verre et n'éprouve plus la dépression capillaire qu'on observe dans les baromètres ordinaires, quand l'humidité n'intervient pas. Lavoisier a constaté qu'en faisant intervenir l'eau, le baromètre à surface plane se transforme en baromètre à surface convexe. Il paraît donc certain que, le mercure s'oxydant par l'ébullition à l'air, une partie de l'oxyde reste dissoute dans le métal, lui donne la propriété d'adhérer au verre et fait disparaître la dépression qu'on observe dans les tubes capillaires, les baromètres ainsi préparés se soutenant tous à la même hauteur, quel que soit leur diamètre.

Des expériences de M. Regnault, on pouvait conclure que l'absorption de l'oxygène par le mercure se manifestait déjà à des températures plus basses, et troublait les expériences ayant pour objet de déterminer les changements de volume produits dans ce gaz par les pressions auxquelles il était soumis. Si M. Amagat a opéré sur de l'oxygène *absolument pur et sec*, comme M. Re-

gnault avait certainement pris les mêmes précautions, la circonstance par laquelle s'expliquerait la différence des résultats obtenus par notre habile confrère et par M. Amagat reste à découvrir.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la liquéfaction de l'ozone en présence de l'acide carbonique et sur sa couleur à l'état liquide.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Chappuis.**

« Nous avons constaté qu'une brusque détente de l'oxygène ozonisé détermine la formation d'un épais brouillard, signe certain d'un changement d'état de l'ozone; mais est-il possible d'obtenir ce corps à l'état de gouttes liquides persistantes, et l'ozone liquide est-il coloré? C'est ce que nous avons cherché à savoir, en comprimant, avec les précautions indiquées dans une Note antérieure [1], de l'ozone préparé à la basse température que l'on obtient en faisant passer un courant d'air sec dans du chlorure de méthyle. Ce gaz, comprimé à 200^{atm} dans le tube capillaire de l'appareil Cailletet refroidi à -23°, se colore en bleu de plus en plus foncé à mesure qu'on augmente la pression, mais ne produit pas de liquide visible se distinguant du gaz par un ménisque.

» Si l'on place alors la partie supérieure du tube capillaire dans le protoxyde d'azote liquide, l'intensité de la coloration augmente considérablement dans toute cette partie, refroidie à -88°; la partie inférieure du tube étant maintenue à -23°, on peut juger de la différence de nuance et estimer que l'ozone à -88° est trois ou quatre fois plus coloré que l'ozone à -23°. L'intensité de la coloration croît donc quand la température s'abaisse. Après quelques minutes, les températures des deux portions du tube sont peu différentes; le gaz paraît uniformément coloré en bleu foncé; l'ozone est alors emprisonné dans un vase fermé par du mercure solide, dont le ménisque reste brillant et absolument inattaqué par l'ozone à cette basse température. Dans ces conditions, on peut s'assurer que le tube capillaire ne contient aucune goutte liquide.

» Ces expériences peuvent-elles faire penser que l'ozone est bleu à l'état liquide? Cette conclusion serait forcée, car ce n'est pas parce qu'un gaz devient plus coloré lorsqu'on le refroidit qu'on peut induire qu'il conservera sa couleur en changeant d'état physique, bien que cependant, pour

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCI, p. 522.

l'acide hypoazotique par exemple, on constate que la couleur de l'acide liquide et celle de sa vapeur diffèrent d'autant moins que la température est plus basse.

» Mais nous pouvons essayer de déterminer la liquéfaction de l'ozone en ajoutant au mélange d'ozone et d'oxygène une forte proportion d'acide carbonique; cet artifice nous a permis de constater des faits nouveaux.

» L'étude comparative des mélanges d'oxygène avec l'ozone et avec l'acide carbonique nous a montré que le point de liquéfaction de l'ozone est peu différent de celui de l'acide carbonique. Ne pouvant accroître assez la proportion d'ozone dans le mélange pour diminuer le retard considérable qu'une forte proportion d'un gaz permanent fait éprouver à la liquéfaction, nous avons ajouté à l'oxygène ozonisé de l'acide carbonique.

» La compression, dans un tube capillaire maintenu à — 23° par du chlorure de méthyle, d'un mélange d'acide carbonique et d'oxygène ozonisé à très basse température donne des résultats analogues à ceux qu'on observe avec les mélanges de plusieurs gaz liquéfiables, mais qui empruntent ici à la coloration de l'ozone une netteté parfaite.

» Une compression lente permet d'obtenir un liquide se séparant du gaz par un ménisque; ce liquide n'est pas incolore, comme l'est habituellement l'acide carbonique liquide; il est franchement bleu : sa nuance ne paraît pas différer de celle du gaz qui le surmonte.

» C'est là un état stable qui persiste tant que les gaz restent sous pression. Si l'on vient à détendre légèrement les gaz et à les comprimer immédiatement, on voit au-dessus du mercure une colonne liquide bleu d'azur, beaucoup plus colorée que le gaz.

» Le froid de la détente a déterminé un nuage abondant, formé d'acide carbonique et d'ozone liquides ou solides, car ce dernier corps est alors refroidi à une température inférieure à son point critique, et l'abondante liquéfaction de l'acide carbonique produite par la compression recueille une partie de cet ozone.

» Ce qui prouve que les choses se passent ainsi, c'est que la coloration du liquide diminue et qu'en quelques minutes le liquide et le gaz reprennent la même nuance. L'ozone recueilli tout d'abord par l'acide carbonique liquide se diffuse, l'atmosphère du tube ne contenant pas la vapeur d'ozone à l'état de saturation.

» De même que la compression d'un mélange d'oxygène, d'acide carbonique et de protoxyde d'azote donne un liquide mixte, formé des deux gaz liquéfiés, celle d'un mélange d'oxygène, d'acide carbonique et d'ozone

donne un liquide mixte contenant de l'ozone liquéfié; c'est cet ozone qui colore en bleu le liquide que nous avons obtenu dans nos expériences.

» Ces faits permettent de prévoir que l'on obtiendrait l'ozone en gouttes liquides en comprimant, à très basse température, le mélange d'ozone et d'oxygène préparé à — 88°, dont la teneur en ozone s'élève, d'après nos expériences, à plus de 50 pour 100, et que dans ces conditions on aurait un liquide bleu très foncé.

» Les colorations ont déjà été employées en Chimie pour résoudre des questions controversées : il suffit de citer les expériences de M. H. Sainte-Claire Deville sur la dissociation du perchlorure de phosphore et de l'iodure de mercure. La coloration de l'ozone à l'état liquide et à l'état gazeux permet de constater que les produits de décomposition de l'acide carbonique par l'effluve contiennent une forte proportion d'ozone : il suffit pour cela de les comprimer, ce qu'on réalise facilement en transformant le réservoir du tube Cailletet en appareil à effluve dans lequel l'acide carbonique est soumis à des décharges électriques, pendant plusieurs heures, avant d'être comprimé. La compression du gaz refroidi à — 23° donne un gaz aussi coloré que le comporte la teneur en ozone indiquée par M. Berthelot, et, pour une certaine pression, l'acide carbonique qui n'a pas été décomposé se liquéfie et est coloré en bleu.

» Nous établissons donc, sans l'intervention d'aucun réactif, la forte teneur en ozone de l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique. Cette conclusion est celle que nous avons indiquée déjà dans une Note précédente ([1]); elle est d'ailleurs conforme à l'une des hypothèses formulées par M. Berthelot sur la nature du produit oxydant formé aux dépens de l'acide carbonique par les décharges électriques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la fonte malléable.* Note de M. L. **Forquignon.**

« La fonte malléable, découverte en 1722 par Réaumur, n'a été, jusqu'à présent, l'objet d'aucune étude chimique approfondie. J'ai essayé de combler cette lacune et d'assigner à ce composé intéressant la place qui lui appartient dans la série des fers carburés. Les limites imposées à la présente Communication m'interdisent d'entrer dans le détail des expériences et de citer les nombreux chiffres obtenus; on les trouvera dans un Mémoire qui paraîtra

([1]) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 762.

prochainement. Aujourd'hui, je désire seulement soumettre au jugement de l'Académie quelques-unes des conclusions que j'en ai pu déduire.

» Les mesures calorimétriques dues à MM. Troost et Hautefeuille nous ont appris que la fonte blanche est constituée avec absorption de chaleur à partir des éléments. Il en résulte, comme je l'ai vérifié, que, sous la seule influence d'une température inférieure à son point de fusion, elle se décompose, elle se *carbonise*, pour ainsi dire. En même temps que le barreau s'adoucit, on observe, dans toute sa masse, un abondant dépôt de graphite.

» Ce graphite est absolument amorphe, même à un grossissement de 400 diamètres. C'est une variété nouvelle de carbone, caractérisée par son mode de formation singulier et par les propriétés spéciales de son *oxyde graphitique*.

» Les choses se bornent là dans un milieu inerte, dans le charbon par exemple; si, au contraire, la fonte est en contact avec une substance capable de brûler ou d'absorber le carbone, une réaction secondaire prend naissance. Le carbone libre étant éliminé de la zone superficielle, l'équilibre déterminé par l'action calorifique se modifie peu à peu. Une portion du graphite des couches profondes rentre en combinaison et chemine vers la surface, puis disparaît, remplacée à son tour par une autre. Le phénomène se continue de proche en proche, jusqu'à ce que la composition moyenne du barreau réponde à un certain minimum de carburation du fer, variable avec les circonstances du recuit. Dans un milieu inerte, la proportion de carbone qui demeure combinée a pour limite évidemment le maximum de carburation, ou, si l'on veut, le maximum de solubilité du carbone à la température où l'on opère. Un tel mécanisme rappelle, dans ses traits généraux, celui qui préside à la cémentation; mais il est, au fond, plus compliqué, puisqu'il résulte de la superposition de deux actions chimiques tout à fait distinctes.

» Une proportion de manganèse, même inférieure à 5 millièmes, entrave déjà l'adoucissement, qui cesse absolument d'être appréciable dès que la quantité de ce métal atteint 2 pour 100. La fonte continue bien à perdre du carbone par oxydation, elle en perd même à peu près autant que lorsqu'elle est pure, mais le manganèse s'oppose à la production du graphite et le retient en combinaison dans la masse métallique.

» La chaleur de formation du siliciure de manganèse étant fort grande, le silicium peut, dans une certaine mesure, saturer le manganèse et rendre la liberté au graphite. Tout ce système d'explications, en parfait accord

avec les données thermiques, repose sur les faits suivants, résultant de mes recherches :

» 1° Une fonte vraiment malléable contient toujours du graphite.

» 2° Une fonte peut perdre du carbone et cependant rester cassante, s'il ne s'est pas formé de graphite, ou si la quantité de graphite préexistant avant le recuit ne s'est pas accrue.

» 3° Une fonte peut devenir malléable sans perdre une portion sensible de son carbone total (recuits dans le charbon). Le concours d'un agent d'oxydation n'est donc pas indispensable à l'adoucissement.

» 4° Quand on ajoute du silicium à une fonte manganésifère, elle s'améliore par le recuit.

» J'ai fait des expériences sur l'acier, qui ont confirmé et précisé les conclusions précédentes ; elles ont mis hors de doute l'existence du minimum de carburation, prévu par la théorie.

» Les mêmes expériences m'ont prouvé de nouveau que la décarburation n'est pas due exclusivement à une oxydation superficielle ; elles m'ont permis d'étudier la répartition du carbone et du silicium, entre les différentes zones concentriques d'un même barreau recuit. Ces deux éléments, et surtout le carbone, varient d'une zone à la suivante, par sauts brusques et pour ainsi dire en proportions multiples.

» Enfin j'ai observé avec surprise que l'hydrogène, vers 900°, décarbure rapidement la fonte blanche. Il se forme des carbures gazeux, et une certaine quantité d'hydrogène demeure combinée avec le carbone qui reste dans le métal. L'azote lui-même, le plus inerte de tous les gaz, exerce une action semblable et tout aussi énergique.

» Je n'ai pu découvrir de relation simple entre la composition chimique d'une fonte et la valeur absolue de ses constantes élastiques.

» La charge de rupture augmente avec la durée du recuit, rapidement d'abord, très lentement ensuite ; les allongements, toujours minimes, suivent une marche analogue, mais, après avoir atteint un maximum, ils tendent à diminuer un peu. Quant à la limite d'élasticité, elle s'abaisse en général à chaque recuit.

» En somme, la fonte malléable apparaît comme intermédiaire entre l'acier et la fonte grise. Elle s'éloigne de celle-ci par la nature spéciale de son *graphite amorphe*, ainsi que par sa ténacité plus grande ; elle se distingue de l'acier par ses faibles allongements et sa forte teneur en graphite. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la présence du phosphore dans les roches de Bretagne.* Note de M. G. LECHARTIER.

« L'emploi des engrais phosphatés est entré d'une manière normale dans les pratiques culturales de la Bretagne; aussi leur efficacité, dans les sols de cette région doit-elle être considérée comme un fait démontré par l'expérience. On doit en conclure que le phosphore, indispensable au développement des plantes, n'existe pas dans les terrains de la Bretagne en proportion suffisante pour satisfaire aux exigences d'une culture régulière ou qu'il ne s'y rencontre pas sous une forme telle qu'il puisse être rapidement assimilé par les végétaux de nos récoltes.

» Dans le but d'étudier la première de ces questions, nous avons recherché dans quelles proportions l'acide phosphorique existe dans les principales roches de la Bretagne. Nous sommes parti de ce principe que la couche arable est composée de matériaux provenant de la désagrégation des roches qui constituent le sous-sol, qu'ils soient restés en place ou qu'ils aient été transportés à des distances plus ou moins grandes de leur point d'origine.

» Parmi les roches de Bretagne se placent au premier rang les granits et les schistes : ce sont eux que nous avons tout d'abord étudiés.

» La méthode que nous avons suivie pour rechercher le phosphore et le doser est fondée sur l'emploi de l'acide molybdique, qui permet de séparer d'une liqueur acide tenant en dissolution un grand nombre de bases des quantités minimes d'acide phosphorique. Après sa séparation, celui-ci était transformé en phosphate ammoniacomagnésien, puis en phosphate d'urane, et pesé sous cette dernière forme. Dans le cas particulier du dosage de petites quantités d'acide phosphorique, les procédés volumétriques ne donneraient pas de résultat certain; seul, le poids du phosphate d'urane calciné fournit des nombres exacts.

» La recherche de l'acide phosphorique a été faite sur 10gr de matière. Les résultats obtenus ont été rapportés au kilogramme.

GRANITS.

Ille-et-Vilaine.

		Acide phosphorique par kilogramme.
		gr
Environs de Rennes.	Buttes de Couasme	0,700
»	Bas-Couasme	1,079

	Acide phosphorique par kilogramme.
	gr
Sens. Granit friable	1,369
Combourg. Granit compacte	0,968
» Granit en partie désagrégé	1,359
Le Plessis	1,119
Saint-Marc-Leblanc	1,519
Mellé	1,000
» Granit en partie désagrégé	2,100
Vitré	1,010
Côtes-du-Nord.	
Dinan	1,039
Languediau	1,799
Morbihan.	
Beauséjour	1,150
Finistère.	
Le Conquet	2,390
Keruon	1,130
Manche.	
Avranches	1,880
Environs d'Avranches	2,470
Iles Chaussey	1,880

» Dans la plupart de ces échantillons, la proportion de l'acide phosphorique reste comprise entre 1 et 2 millièmes.

SCHISTES.

» Ils affectent des formes diverses; souvent gris verdâtre ou gris jaunâtre, tendres et feuilletés, ils présentent dans leur couleur toutes les transitions avec le gris noirâtre ou avec le rouge violacé, en même temps que leur dureté augmente dans des proportions considérables. Les schistes rouges constituent la *pierre à cahot* employée à Rennes pour les constructions.

Ille-et-Vilaine.

	Acide phosphorique par kilogramme.
	gr
Rennes. Tranchée de la gare. Schiste verdâtre	1,640
» Boulevard de la Duchesse-Anne	1,940
» Route de Fougères, pris à 4^{m} au-dessous du sol	1,790

	Acide phosphorique par kilogramme.
	gr
Rennes. Route de Fougères, pris à 10m au-dessous du sol.	1,540
Bourg-des-Comptes. Schistes du sous-sol des landes du domaine de la Mollière........................	0,390 à 1,300
Forêt de Rennes. Schiste jaunâtre.................	1,134
Environs de Montfort. Schiste gris.................	0,950
» Schiste rouge..............	0,290
» Schiste rouge mélangé de grauwacke..............	0,250
Pont-Réan-Malroche. Grès avec mica.............	0,300
Finistère.	
Falaises de Brest. Schistes......................	1,040 à 1,660
Côtes-du-Nord.	
Erquy. Schistes..............................	0,920 à 1,160
» Grès..................................	0,119

» La quantité de phosphate existant dans les schistes n'est jamais nulle, mais elle est beaucoup plus variable que dans les roches granitiques et, souvent, notablement plus faible. Tandis que les schistes de teinte grise ou bleuâtre ont une richesse variant de 1 à 2 millièmes, ceux qui par leur teinte rouge violacée et leur compacité se rapprochent de la pierre à cahot contiennent à peine $\frac{1}{2}$ millième d'acide phosphorique.

» Ces faits fournissent une nouvelle preuve de la diffusion de l'acide phosphorique dans les granits et dans les schistes. De plus, ils montrent que les terres de Bretagne, qui sont, en général, sensibles à l'action des engrais phosphatés, peuvent présenter des différences notables au point de vue de leur teneur en acide phosphorique. Dans les terres qui ont pour base essentielle les produits du granit désagrégé, la teneur en acide phosphorique devra se trouver plus grande et plus régulièrement uniforme que dans les terrains schisteux. Les sols composés de matériaux provenant du schiste seront plus ou moins riches en phosphates suivant qu'ils auront pour sous-sol des schistes gris et friables ou qu'ils reposeront sur des schistes rouges et compactes.

» Nous continuons ces études et nous recherchons dans l'analyse des terres arables la confirmation de ces premières conséquences des roches du sous-sol. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition des pétroles du Caucase.* Note de MM. **P. Schützenberger** et **N. Ionine.**

« Il y a quelques mois, nous avons entrepris, sur la demande de M. Ragosine, fabricant de produits dérivés du naphte à Constantinovo (Russie), des recherches étendues sur la composition des pétroles du Caucase. Les produits examinés et libéralement mis à notre disposition consistaient en naphte brut, résidus de naphte après élimination des huiles légères servant à l'éclairage, huiles d'éclairage dites *solaires*, bouillant entre 200° et 350°.

» Dès le mois de juillet, nous communiquions par deux Lettres adressées à M. Ragosine, en date du 25 juillet et du 30 août, les conclusions générales auxquelles nous étions arrivés, savoir qu'une très notable fraction de l'huile, aussi bien dans les parties légères que dans celles à points d'ébullition moyens et élevés, est formée par des carbures de même composition centésimale, isomères des carbures éthyléniques C^nH^{2n} et s'en distinguant nettement par l'absence d'affinités chimiques marquées, caractère qui les rapproche des carbures forméniques C^nH^{2n+2}. Le brome, l'acide sulfurique fumant, l'acide azotique fumant sont sans action sur eux à froid. Ces carbures avaient été isolés par un traitement des diverses fractions par un excès d'acide sulfurique fumant, suivi d'un traitement à l'acide azotique fumant et froid, d'un lavage à l'eau alcaline, d'une dessiccation sur la potasse caustique solide, et enfin d'une distillation sur le sodium, soit à la pression ordinaire pour les produits assez légers, soit dans le vide pour les huiles lourdes.

» L'analyse élémentaire des produits ainsi purifiés a donné les résultats suivants :

I. — *Carbures distillés à la pression atmosphérique.*

	112° à 114°.	128° à 132°.	138° à 142°.	220° à 224°.	230° à 232°.
Carbone	86,02	85,6	85,75	85,79	85,66
Hydrogène	14,10	14,4	14,30	14,42	14,70
Densité à 0°	»	»	»	0,8216	0,8321
Densité de vapeur par rapport à l'hydrogène	»	»	»	»	100,19

II. — *Carbures lourds distillés dans le vide sous une pression de* 20^{mm}.

	216° à 248°.	250° à 270°.		Au-dessus de 270°.
Carbone	86,28	84,94	85,93	85,33
Hydrogène	13,73	14,33	13,99	13,84

» Une étude plus approfondie de ces carbures complets, évidemment à chaîne fermée, nous conduisit à les identifier avec les produits obtenus

par Wreden en hydrogénant la benzine et ses homologues par l'acide iodhydrique.

» Nous en étions là de nos travaux, lorsque nous eûmes communication des recherches publiées tout récemment par MM. Beilstein et Kurbatow (Société chimique de Berlin, séance du 8 octobre 1880). Ces savants n'ont examiné que les parties les plus volatiles d'une variété de pétrole du Caucase, celles bouillant vers 100°, et sont arrivés à des résultats analogues aux nôtres.

» Nous étant laissé devancer dans la publication de nos expériences, nous ne venons pas contester à MM. Beilstein et Kurbatow la priorité de la découverte, dans le pétrole du Caucase, des carbures saturés de Wreden. Nous ferons observer seulement que nos analyses, plus étendues que les leurs, confirment, en les généralisant, les conclusions des savants russes. Ce ne sont pas seulement les parties les plus volatiles des pétroles caucasiques qui contiennent des carbures saturés de la forme $\mathrm{C}^n\mathrm{H}^{2n}$, mais aussi les parties moyennes et lourdes, celles qu'on ne peut distiller qu'au moyen de la vapeur surchauffée.

» Nous donnerons à ces carbures, qui forment une série très étendue, le nom de *carbures paraffféniques* ou de *paraffènes*.

» L'étude de l'action de la chaleur sur les paraffènes offre de l'intérêt. On sait déjà qu'au rouge vif ils fournissent en abondance des carbures benziniques $\mathrm{C}^n\mathrm{H}^{2n-6}$, de la naphtaline et un peu d'anthracène.

» Au rouge sombre, à côté d'une certaine proportion de paraffènes non altérés, on trouve des produits qui s'unissent énergiquement au brome, et que l'acide sulfurique ordinaire convertit en polymères résineux.

» Portés au rouge dans des tubes en fer, leur vapeur donne un abondant dépôt de noir de fumée qui obstrue rapidement le tube. Chose remarquable, ce bouchon de noir divisé est très ferrugineux dans toute sa masse, même au centre. Dans des tubes en cuivre, le même effet n'a pas lieu.

» Le chlore, en présence d'un peu d'iode, donne des dérivés chlorés peu stables, qui ne peuvent être distillés sans décomposition, même dans le vide, et que la potasse alcoolique ou l'acétate de potasse en solution acétique transforme, même à froid, en produits ulmiques bruns.

» Comme MM. Beilstein et Kurbatow, nous avons observé qu'il est difficile d'isoler par fractionnement des produits définis à points d'ébullition constants. La cause en est due, sans doute, au grand nombre d'isomères mélangés et dont on conçoit la possibilité en envisageant ces carbures comme dérivés de l'hexahydrure de benzine $\mathrm{C}^6\mathrm{H}^{12}$ par substitution à l'hydrogène de résidus forméniques $\mathrm{C}^n\mathrm{H}^{2n+1}$. Nous sommes parvenus cependant

à séparer, à peu près, deux carbures définis, dont l'un bout entre 220° et 222°, l'autre entre 230° et 232°. La densité de vapeur de ce dernier conduit à une formule très voisine de $\text{G}^{14}\text{H}^{28}$.

» Nous pensons avoir établi que nos recherches ont marché parallèlement à celles de MM. Beilstein et Kurbatow, et que ces savants ne verront aucun inconvénient à ce que nous continuions à travailler sur ce terrain nouveau, qui semble assez vaste pour suffire à l'activité d'un grand nombre de chercheurs. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les températures d'inflammation des mélanges gazeux.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« A l'occasion d'études sur les explosions du grisou, nous avons été amenés à faire quelques observations sur les températures d'inflammation des mélanges gazeux.

» Nous avons fait usage de deux procédés différents :

» Le premier ne peut s'appliquer que lorsque la combinaison est accompagnée d'un changement de volume. On compare les volumes de mélange détonant et d'air qui remplissent à la même température un pyromètre en porcelaine. On arrive à comprendre la température d'inflammation du mélange gazeux entre deux nombres d'autant plus voisins qu'on a réussi à faire plus petites les variations de température du pyromètre.

» Le second procédé est seul applicable aux mélanges gazeux dont l'inflammation n'est pas accompagnée d'une variation très notable de volume. Dans un four à gaz ou à huile minérale, on place l'un à côté de l'autre un pyromètre à air et un tube en porcelaine dans lequel on fait passer le mélange gazeux.

I. — *Hydrogène* (premier procédé d'observation).

	Température d'inflammation comprise entre
1° Hydrogène et oxygène ($0^{lit},15$ O, $0^{lit},85$ H)	560° et 570°
» ($0^{lit},30$ O, $0^{lit},70$ H)	552 et 569
» ($0^{lit},66$ O, $0^{lit},33$ H)	530 et 532
2° Hydrogène et air ($0^{lit},70$ air et $0^{lit},30$ H ou $0^{lit},147$ O, $0^{lit},30$ H, $0^{lit},553$ Az)	552 et 553
» ($0^{lit},30$ air et $0^{lit},70$ H ou $0^{lit},063$ O, $0^{lit},70$ H, $0^{lit},237$ Az)	530 et 570
3° Hydrogène, oxygène et acide carbonique ($0^{lit},15$ O, $0^{lit},35$ H, $0^{lit},50$ CO^2)	562 et 592
» ($0^{lit}21$, O, $0^{lit},49$ H, $0^{lit},30$ CO^2)	560 et 595

» L'inflammation, lorsqu'elle avait lieu, se produisait toujours sans *intervalle de temps appréciable*, dès que le mélange était introduit dans le pyromètre.

» On voit que le mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène fait explosion entre 552° et 569°; cette température ne s'abaisse que de 30° au plus lorsque la proportion d'oxygène augmente de moitié. L'addition de l'azote au mélange fait à peine varier la température d'inflammation. L'addition d'acide carbonique augmente un peu, mais très peu, la température d'inflammation.

II. — *Oxyde de carbone* (premier procédé d'observation).

	Température d'inflammation comprise entre
1° Oxyde de carbone et oxygène ($0^{lit},15O$, $0^{lit},85CO$)	630° et 650°
» ($0^{lit},30O$, $0^{lit},70CO$)	645° et 650°
» ($0^{lit},70O$, $0^{lit},30CO$)	650° et 680°
2° Oxyde de carbone et air ($0^{lit},70$ Air et $0^{lit},30CO$ ou $0^{lit},147O$, $0^{lit},30CO$, $0^{lit},553Az$)	650° et 657°
3° Oxyde de carbone, oxygène et acide carbonique ($0^{lit},15O$, $0^{lit},35CO$, $0^{lit},50CO^2$)	695° et 715°
4° Oxyde de carbone, air et acide carbonique ($0^{lit},35$ Air, $0^{lit},15CO$, $0^{lit},50CO^2$)	715° et 725°

» Le mélange tonnant d'oxyde de carbone et d'oxygène détone à 647°,5 (à 2°,5 près); de grandes variations dans les proportions relatives d'oxyde de carbone et d'oxygène ne produisent que des variations très faibles, sinon nulles, dans la température d'inflammation.

» Le mélange avec l'azote ne fait que très peu varier la température d'inflammation. L'acide carbonique l'augmente très notablement.

» *Combustion lente.* — On a observé que la combinaison lente de l'oxyde de carbone peut se produire à des températures bien inférieures à celle de la combustion vive.

» A 614°, la combinaison d'un mélange de 0,30O et 0,70CO se faisait, dans l'instant initial, à raison de 0,15 pour 100 à la seconde.

» En réchauffant graduellement le même mélange dans le pyromètre et comparant les variations de volume du mélange avec celles de l'air d'un pyromètre à air, on a reconnu que la combustion lente commençait déjà à 477°; elle marchait, à cette température, à raison de 0,1 pour 100 environ par seconde.

» En soumettant à la même expérience un mélange de 0,15O, 0,35CO et 0,50CO^2, on a vu la combustion lente commencer à 496°.

» Le même phénomène s'observe pour les mélanges explosifs formés par l'hydrogène.

III. — *Hydrogène protocarboné.*

» Les mélanges détonants préparés avec ce gaz présentent un phénomène très intéressant. Non seulement ils sont susceptibles de donner lieu à une combustion lente, mais encore, lorsqu'ils sont soumis à une certaine température, ils peuvent s'enflammer *au bout d'un temps variable*, d'autant plus long que la température est plus basse. Il n'y a donc pas, à proprement parler, pour ces mélanges, de température d'inflammation précise et bien déterminée.

» C'est ainsi qu'un mélange de 0,70 O et 0,30 hydrogène protocarboné, introduit dans le pyromètre, n'a fait explosion (1) qu'au bout de quelques secondes à 650°; à 600° l'explosion ne s'est pas produite du tout, mais il y a eu combustion lente. Dans le tube (second procédé d'observation) l'inflammation s'est produite à des températures variables, suivant les conditions de l'expérience et sans qu'on puisse bien apprécier les variations de ces conditions, entre 600° et 760°.

» Un mélange contenant 0,30 O et 0,70 de gaz a fait explosion dans le pyromètre entre 640° et 660°.

» Un mélange contenant 0,90 Air et 0,10 de gaz s'est enflammé entre 730° et 790°.

» L'existence de ce retard apporté à la combustion vive nous avait paru pouvoir s'expliquer par la décomposition que l'hydrogène protocarboné subit sous l'influence de la chaleur.

» Cependant nous nous sommes assurés que cette décomposition ne prend quelque importance qu'à des températures plus élevées que celles qui produisent l'inflammation.

» De l'hydrogène protocarboné pur introduit dans le pyromètre est chauffé à 770° : il ne se produit pas de variation de volume sensible au bout d'un quart d'heure.

» La même expérience est répétée à 962° : au bout d'une minute environ, on constate une dilatation de plus de 30 pour 100, qui reste ensuite stationnaire.

» Malgré l'incertitude qui règne sur la température d'inflammation d'un mélange d'air et d'hydrogène protocarboné, nos expériences montrent clairement qu'elle n'est pas supérieure à 790° et que l'inflammation peut même se produire à des températures bien plus basses. Ce résultat paraît en contradiction avec des expériences anciennes et souvent répétées de Davy, qui a constaté qu'un semblable mélange placé dans une éprouvette

---

(1) Ces explosions sont bien plus violentes que celles des mélanges d'hydrogène et d'oxygène et remontent à travers les tubes capillaires les plus fins.

ne s'enflamme pas sous l'action d'un fer chauffé au blanc; il faut, pour produire l'explosion, que le fer soit en pleine combustion.

» Le fait constaté par Davy s'explique aisément par nos observations. Le gaz circulant autour du fer plongé dans l'éprouvette ne subit pas, pendant un temps suffisamment long, l'action de la température. Si au contraire on fait rendre très lentement le gaz dans un creuset de fer chauffé au rouge et renversé pour que le gaz soit forcé de rester en contact avec les parois, on constate que l'inflammation se produit au bout d'un temps plus ou moins long, suivant que le creuset est plus ou moins chaud. Le temps nécessaire pour l'inflammation peut dépasser dix secondes. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'onde secondaire du muscle.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note présentée à l'Académie (*Comptes rendus*, 16 juin 1879, p. 1272), j'ai étudié le phénomène de la contracture musculaire consécutive à une excitation unique forte. J'ai fait depuis, sur le même sujet, des expériences qui me permettent de préciser la nature de cette contracture.

» Si l'on prend un muscle d'écrevisse, très frais, et tendu par un poids faible (4^{gr} par exemple), lorsqu'on excite ce muscle pendant une ou deux secondes par des courants d'induction forts et fréquents, on verra le muscle se relâcher dès que les excitations électriques auront cessé. Cependant ce relâchement n'est pas définitif. En effet, alors même qu'il n'y a plus aucune excitation électrique, au bout de quelques secondes de relâchement, le muscle se contracte de nouveau et revient plus ou moins complètement à son état tétanique.

» Cette contraction secondaire dure quelquefois près d'une demi-minute, puis le muscle se relâche, et au bout d'une ou deux minutes il est complètement et définitivement relâché.

» Nous avons donc là ce phénomène remarquable, d'un muscle qui, après que la contraction a tout à fait cessé, se contracte de nouveau sans qu'aucune excitation nouvelle vienne déterminer sa contraction.

» Dans certains cas favorables, on voit bien comment se fait cette contraction secondaire : c'est par ondes successives, rythmées, progressives. Aussi proposé-je d'appeler cette contraction du muscle, consécutive à une excitation forte, *onde secondaire* du muscle, l'onde primitive résultant évidemment de l'excitation électrique qui a provoqué la contraction première.

» La force avec laquelle s'opère la constriction du muscle dans cette contraction secondaire est peu considérable. Aussi le phénomène n'apparaît-il pas : 1° si l'excitation est faible ; 2° si le muscle est fatigué ; 3° si le poids est tant soit peu fort. Même avec des muscles de grande taille, je n'ai jamais pu inscrire au myographe l'onde secondaire dès que le poids dépassait 10^{gr}.

» Il est très probable que, quelle que soit l'intensité de l'excitation, cette onde secondaire existe. Elle ne se manifeste cependant dans le tracé myographique que si l'intensité de l'excitation est grande. Si en effet nous supposons que la contraction musculaire primitive a une force cent fois plus grande que la contraction musculaire secondaire, en diminuant la force de l'onde primitive on diminuera dans la même proportion la force de l'onde secondaire, tellement que cette onde sera alors impuissante à faire soulever au muscle le plus faible poids.

» La contracture précédemment décrite n'est qu'une forme de cette onde secondaire.

» Cette onde secondaire, faible, persistant une demi-minute après l'excitation électrique, nous explique comment des excitations successives, même en apparence inefficaces, rendent le muscle de plus en plus excitable, ainsi que je l'ai montré antérieurement (*Comptes rendus*, 1879, t. LXXXIX, p. 242).

» En résumé, il y a, après chaque contraction musculaire, une modification du muscle telle, qu'il peut, sans excitation nouvelle, se contracter de nouveau. L'onde primitive est suivie d'une onde secondaire. Si celle-ci est difficile à constater, c'est que, la force du muscle étant alors extrêmement faible, les poids les plus faibles peuvent masquer le phénomène (¹). »

PATHOLOGIE. — *Sur la contagion du furoncle*. Note de M. E. TRASTOUR, transmise par M. Marey.

« A l'appui des idées du Dr Löwenberg sur la contagion possible du furoncle d'individu à individu, je puis vous fournir les faits suivants :

» En 1875, une religieuse, atteinte de rhumatisme articulaire chronique, au plus haut degré d'impotence et d'infirmités, eut un anthrax au siège. Cinq sœurs se succédaient et souvent se réunissaient auprès de la patiente, pour faire les pansements, vu la difficulté de la remuer.

(¹) Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

» Deux d'entre elles lavaient les plaies et aussi les linges des cataplasmes qu'on appliquait. L'une eut de suite des furoncles, excessivement douloureux, aux doigts et à une main; l'autre n'en eut qu'un à un doigt, mais il dura trois semaines et fut aussi très douloureux, avec fièvre.

» Deux autres sœurs eurent aussi des furoncles, l'une aux deux avant-bras, l'autre au visage, toujours avec des douleurs très vives et de la fièvre.

» Quand ces accidents me furent annoncés, je fis prendre des précautions dans les soins donnés à la malade, et je condamnai hautement les cataplasmes, et encore plus le lavage des linges souillés.

» La cinquième infirmière n'eut pas d'accidents du même genre. Elle raconta qu'ayant, pendant la guerre, à l'ambulance du couvent, soigné un blessé qui avait un anthrax très grave, elle avait eu mal à tous les doigts. Par suite de cette expérience personnelle, elle avait pris, cette fois, la précaution de mettre les linges à tremper longtemps dans un grand bassin d'eau, et d'employer un morceau de bois pour les secouer dans l'eau et les nettoyer. »

TRAVAUX PUBLICS. — *Sur l'emploi des machines perforatrices, supprimant l'emploi des matières explosives.* Extrait d'une Lettre de M. **Biver** à M. Delesse (1).

« Les machines perforatrices, actuellement en usage pour le creusement des tunnels et des galeries de mines, mettent en œuvre des fleurets qui percent, dans le front d'attaque, un grand nombre de trous cylindriques légèrement divergents. Ces trous sont chargés à l'aide de matières explosives, poudre, fulmicoton, dynamite, etc., et ensuite tirés par séries : la roche est ainsi désagrégée, de manière à en rendre l'enlèvement facile; la quantité de substance explosive varie d'ailleurs suivant la nature de la roche. D'après des essais faits dans les mines de lignite des Bouches-du-Rhône, en 1873, il faut $1^{kg},87$ de poudre de mine pour désagréger, dans ce système, 1^{mc} des calcaires lacustres moyennement durs du bassin de Fuveau : 1^{kg} de poudre de mine développant environ $270\,000^{kgm}$, il en résulte qu'il faut $504\,900^{kgm}$ pour désagréger 1^{mc} desdits calcaires par l'explosion.

» D'un autre côté, M. J.-D. Brunton croit pouvoir compter, avec sa

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XCI, p. 525 : *Sur la machine à tunnels de Brunton.* A la page 526, 1re ligne, il faut lire 3550^{kg} *par décimètre cube* au lieu de *par mètre cube*.

machine à tunnels, dans les mêmes calcaires de Fuveau, sur un avancement de $0^m,60$ par heure, le tunnel ayant $2^m,20$ de diamètre et la machine recevant 30 chevaux-vapeur de force utilisable; cet avancement correspond à $2^{mc},28$ désagrégés par heure, tandis que la force de 30 chevaux-vapeur représente par heure $8\,100\,000^{kgm}$: ce serait, par conséquent, $3\,550\,000^{kgm}$ par mètre cube de roche désagrégée ou plus de sept fois la force de la poudre employée au même travail. Il y a donc lieu d'admettre que la part de force absorbée par les frottements, par les décompositions de force et par le mode d'agir particulier aux outils de M. Brunton, a été assez largement prévue.

» On peut faire un rapprochement curieux sur le coût relatif des deux agents de désagrégation, la poudre et le charbon : 1^{kg} de poudre de mine produit $270\,000^{kg}$ et coûte $2^{fr},50$; d'un autre côté, 1^{kg} de charbon fournit pratiquement, dans une machine puissante et perfectionnée, 1 cheval-vapeur pendant une heure ou $270\,000^{kgm}$ de force mécanique utilisable, et, en moyenne, coûte seulement $0^{fr},025$. On a donc sensiblement la même force mécanique utilisable pour le même poids des deux substances; mais le prix de revient de la poudre de mine est le centuple de celui du charbon. »

M. **Puiseux** fait hommage à l'Académie, au nom de M. *John Casey*, d'un Mémoire intitulé *On cubic transformations*.

« Ce travail étendu, qui a paru dans la Collection des Mémoires de l'Académie royale d'Irlande, renferme un grand nombre de propositions intéressantes, relatives à la théorie des courbes du troisième ordre; il ajoutera certainement à la réputation d'habile géomètre que l'auteur s'est déjà acquise par ses travaux antérieurs. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 novembre 1880.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. XIX (Ire et IIe Parties), nouvelle série. Paris, Impr. nationale, 1880; 2 vol. in-4°.

Exposition universelle de Melbourne en 1880. France. Notices sur les Dessins, Modèles et Ouvrages relatifs aux Services des Ponts et Chaussées, des Mines, des Bâtiments civils et Palais nationaux, réunis par les soins du Ministère des Travaux publics. Paris, Impr. nationale, 1880; in-8° relié.

Melbourne universal exhibition, 1880. France. Notices on the Designs, Models and Works pertaining to the Services of the « Ponts et Chaussées », the Mines and the public Edifices and national Palaces, collected by the Ministry of public Works. Translated by David Coales. Paris, National Press, 1880; in-8° relié.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; année 1879. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret et fils, 1880; in-8°.

Marius Fontane. *Histoire universelle. Inde védique (de 1800 à 800 av. J.-C.)*. Paris, A. Lemerre, 1881; in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

F. Musany. *Le dressage méthodique et pratique du cheval de selle*. Paris, J. Dumaine, 1879; in-8°. (Présenté par M. Alph. Milne Edwards.)

F. Musany. *Conseils pour le dressage des chevaux difficiles*. Paris, J. Dumaine, 1880; in-8°. (Présenté par M. Alph. Milne Edwards.)

OEuvres du docteur Jules Guérin; 2e et 3e livraisons. Paris, au bureau de la publication, rue de Vaugirard, 46, 1880; 1 vol. in-8°, avec Atlas in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Note sur la région diamantifère de l'Afrique australe; par M. M. Chaper. Paris, G. Masson, 1880; in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel; t. XII, 1er cahier. Neuchâtel, impr. Wolfrath et Metzner, 1880; in-8°.

De l'utilité de la vérification du lait; par Eug. Marchand. Rouen, impr. Cagniard, 1880; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 NOVEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* **G.-B. Airy**) *et à l'Observatoire de Paris pendant le troisième trimestre de l'année* 1880. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(128) Némésis.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Juin. 29	12.13.34	18.46.19,04	+ 1,36	116.56.58,4	— 0,1	Paris.
Juill. 5	11.43. 9	18.40.28,44	+ 1,25	117.15. 8,4	— 3,2	Paris.
6	11.38.14	18.39.29,88	+ 1,01	117.18. 0,0	— 0,5	Paris.
			(4) Vesta.			
Juill. 5	9.24.44	16.21.40,92	+ 1,47	107.13.24,2	+ 5,8	Paris.
6	9.20.26	16.21.19,23	+ 1,62	107.17.50,6	+ 6,1	Paris.

Dates. 1880.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
		⑦ Iris.					
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Juill.	5	11.51.12	18.48.32,84	+ 3,72	109.27. 0,7	— 5,3	Paris.
	6	11.46.11	18.47.27,51	+ 3,72	109.26.18,6	— 2,9	Paris.
	15	11.10.33	18.37.52,39	+ 3,79	109.20. 1,7	+ 0,6	Greenwich.
	27	10. 3. 0	18.26.47,81	»	109.12.35,3	»	Paris.
		⑱ Melpomène.					
Juill.	27	11.42.14	20. 6.17,64	+ 2,97	100.58. 4,6	+ 0,9	Paris.
	28	11.37.22	20. 5.21,31	+ 3,15	101. 7.26,5	+ 0,3	Paris.
	29	11.32.29	20. 4.24,94	+ 3,14	101.17. 1,1	+ 4,7	Paris.
Août.	3	11. 8.14	19.59.48,52	+ 2,85	102. 6. 7,6	+ 3,9	Paris.
	4	11. 3.25	19.58.55,23	+ 2,97	102.16.13,6	+ 5,5	Paris.
	10	10.44. 9	19.53.54,36	+ 2,62	103.17.43,8	+ 8,6	Greenwich.
		⑰ Thétis.					
Août.	4	12. 6.28	21. 2. 8,57	+ 0,84	108.16.51,1	— 6,9	Paris.
	23	10.36.32	20.46.52,36	+ 1,11	110.14.24,0	— 7,7	Paris.
		(194) Procné.					
Août.	23	11. 1.29	21.11.52,97	»	96.13.54,7	»	Paris.
	26	10.48.17	21.10.29,02	»	97. 9.24,6	»	Paris.
	27	10.43.56	21.10. 3,29	»	97.27.47,0	»	Paris.
	30	10.30.58	21. 8.53,53	»	98.22.33,0	»	Paris.
	31	10.26.42	21. 8.33,02	»	98.40.30,3	»	Paris.
Sept.	1	10.22.27	21. 8.14,01	»	98.58.21,5	»	Paris.
	2	10.18.14	21. 7.56,43	»	99.16. 9,0	»	Paris.
	3	10.14. 2	21. 7.40,37	»	99.33.37,4	»	Paris.
		(107) Camille.					
Août.	26	11.55.39	22.18. 1,55	+ 7,96	»	»	Paris.
	30	11.37.24	22.15.29,94	+ 7,67	95.27. 0,2	—24,9	Paris.
	31	11.32.51	22.14.52,72	+ 8,00	95.32.35,4	—28,9	Paris.
Sept.	1	11.28.18	22.14.15,52	+ 8,17	95.38.18,7	—25,4	Paris.
	2	11.23.45	22.13.38,22	+ 8,01	95.43.54,5	—29,8	Paris.
	3	11.19.12	22.13. 1,02	+ 7,71	95.49.40,2	—24,5	Paris.
		(185) Euniké.					
Août.	26	12.44. 6	23. 6.36,63	—12,42	100.21. 9,5	+ 0,7	Paris.
	27	12.39.32	23. 5.59,01	—12,65	100.37. 7,3	— 3,6	Paris.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.	Lieu de l'observation.
			(185) Euniké (suite).			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Août 30	12.25.49	23. 4. 3,28	—12,70	101.25.27,3	— 0,1	Paris.
31	12.21.14	23. 3.23,90	—12,52	101.41.31,3	— 2,1	Paris.
Sept. 1	12.16.38	23. 2.43,99	—12,47	»	»	»
2	12.12. 2	23. 2. 3,39	—12,79	102.13.38,5	— 3,2	Paris.
3	12. 7.26	23. 1.22,84	—12,78	»	»	»
4	12.12. 8	23. 0.42,28	—12,32	102.45.43,4	— 1,5	Greenwich.
24	10.31.36	22.48. 4,66	»	107.32.11,5	»	Paris.
27	10.18.20	22.46.36,56	»	108. 7.13,6	»	Paris.
28	10.13.57	22.46. 9,33	»	108.18.28,2	»	Paris.
29	10. 9.35	22.45.43,55	»	108.29. 5,9	»	Paris.
			(29) Amphitrite.			
Sept. 4	13. 3.46	23.52.28,13	+ 0,30	91.47.57,3	— 2,4	Greenwich.
24	11.17.27	23.34. 4,01	+ 0,39	92.46.52,3	— 1,5	Paris.
27	11. 2.58	23.31.21,82	+ 0,41	92.55. 8,3	— 2,9	Paris.
28	10.58. 9	23.30.28,82	+ 0,19	92.57.46,6	— 3,1	Paris.
29	10.53.21	23.29.36,72	+ 0,13	93. 0.20,7	— 3,1	Paris.
30	10.48.34	23.28.45,69	+ 0,30	93. 2.50,3	— 3,2	Paris.
Oct.. 1	10.43.48	23.27.55,43	+ 0,35	93. 5.14,4	— 3,8	Paris.
			(150) Nuwa.			
Sept. 24	11.42.18	23.58.58,86	»	88.25. 2,6	»	Paris.
27	11.28.18	23.56.46,54	»	88.42.10,7	»	Paris.
28	11.23.39	23.56. 2,87	»	88.47.56,9	»	Paris.
29	11.19. 0	23.55.19,51	»	88.53.38,3	»	Paris.
30	11.14.22	23.54.37,38	»	88.59. 9,1	»	Paris.
Oct.. 1	11. 9.44	23.53.54,85	»	89. 4.51,4	»	Paris.
			(182) Elsa.			
Sept. 24	11.53.15	0. 9.57,82	»	92.58.12,0	»	Paris.
27	11.38.50	0. 7.19,52	»	93.16.17,8	»	Paris.
28	11.34. 2	0. 6.27,16	»	93.22.15,4	»	Paris.
30	11.24.26	0. 4.42,58	»	93.33.52,5	»	Paris.
Oct.. 1	11.19.38	0. 3.50,98	»	93.39.35,0	»	Paris.
			(121) Hermione.			
Sept. 30	11.57.36	0.37.58,87	— 3,59	97.27.47,7	—19,8	Paris.
Oct.. 1	11.52.57	0.37.15,71	— 3,51	97.31.16,4	—19,1	Paris.

» Les comparaisons de Vesta se rapportent à l'éphéméride du *Nautical Almanac;* celles de Camille, à l'éphéméride publiée dans la circulaire n° 141 du *Berliner Jahrbuch.*

» Toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch.*

» Les observations de Paris ont été faites par M. Henri Renan. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les sources thermales de la chaîne du littoral du Venezuela (Amérique méridionale).* Note de M. **Boussingault.**

« La chaîne littorale s'étend, à l'ouest, depuis le cerro de Avila jusqu'à Nueva Valencia, où elle se confond avec une ramification de la Cordillère orientale des Andes. Parallèlement, une ligne de montagnes peu élevées limite au sud les plaines de l'Apure et de l'Orénoque. C'est à partir du groupe de collines de Higuerote que commencent les vallées d'Aragua, dont les eaux, n'ayant pas d'issue vers la mer, forment le grand lac de Tacarigua.

» Le massif du littoral est constitué par le granit et le gneiss; on y connaît plusieurs sources thermales, dont les plus importantes par leur abondance et leur température sont celles d'Onoto, de Mariara, près de la ville de Maracay, et de las Trincheras, située à peu de distance de Valencia.

» I. *Sources d'Onoto* (altitude 696^m). — L'eau sort du gneiss de trois bassins placés au même niveau et donne naissance au ruisseau de Aguas calientes. J'ai trouvé la température de $44^\circ,5$, un thermomètre à l'ombre marquant 30°.

» L'eau n'avait pas d'odeur; les réactifs n'y occasionnèrent aucun précipité; 1^{lit}, évaporé à siccité, laissa un faible résidu siliceux ayant une réaction alcaline.

» Du fond des bassins s'élevaient, par intermittence, des bulles de gaz azote. Le terrain environnant les sources est couvert de blocs de roches évidemment détachés du sommet de la Cordillère. Un de ces blocs granitiques, de forme hémisphérique, avait 9^m de circonférence; des fragments de gneiss, riches en grenat, sont épars dans la savane; au sitio del cerro de la Preñada, cette roche, en place, renferme des amas d'un calcaire blanc saccharoïde.

» II. *Sources de Mariara* (altitude 553^m). — Ces sources sont à quelques milles au nord-est de Maracay, près du hameau de Mariara, dans une sorte d'amphithéâtre en granit renfermant de longs cristaux de feldspath, mêlés à des lamelles de mica argentin; la roche est liée au gneiss et à un mica-

schiste abondant en grenats. Les pics dentelés, de formes bizarres, qui terminent le granit donnent un aspect singulier, on pourrait dire lugubre, à la localité nommée le Coin du Diable (Rincon del Diablo).

» C'est dans cette enceinte que de plusieurs cavités surgit de l'eau à une température de 36° à 60°; son régime est assez fort pour donner naissance à la rivière de Aguas tibias. L'eau la plus chaude sort à la partie inférieure; le thermomètre s'y maintint à 64°; quand on vient de la recueillir, elle possède une odeur d'acide hydrosulfurique, qui se dissipe par le refroidissement au contact de l'air. Les réactifs y indiquent des traces de sulfates et de carbonates; évaporée, elle laissa un résidu siliceux ramenant au bleu le tournesol rougi par un acide. Du fond des *posos* d'où les sources apparaissent on voyait sortir, toutes les deux ou trois minutes, une série de bulles de gaz azote.

» L'eau de Mariara diffère donc de celle de l'eau d'Onoto par une température notablement plus élevée, par la présence de l'acide sulfhydrique et, je dois ajouter, par ce fait curieux qu'il s'y développe, malgré une chaleur de 50° à 60°, deux plantes aquatiques, signalées par de Humboldt, l'une membraneuse, l'autre à fibres parallèles. La première rappelle l'*Ulva labyrinthiforma* de Vandelli, qu'on rencontre dans des sources chaudes de l'Europe.

» III. *Sources de las Trincheras, près Nueva Valencia.* — Le lac de Tacarigua, dans la belle et fertile vallée d'Aragua, a 10 lieues de longueur sur une largeur moyenne de 2 lieues; sa profondeur varie de 18^m à 24^m. En février, sa température, prise à la surface, était de 24°. On peut adopter, pour l'altitude, 539^m; c'est celle que j'ai trouvée à Maracay, bâtie sur la plage septentrionale. On y voit de nombreux îlots de gneiss, dont quelques-uns sont habités, et couverts d'une vigoureuse végétation.

» La ville de Nueva Valencia, peu éloignée des thermes de las Trincheras, est à 5^{km} à l'ouest du lac; elle fut fondée en 1536. Avant d'atteindre l'état prospère que lui procure la culture du cotonnier et de l'indigotier, Valencia eut à subir de rudes épreuves, dont quelques-unes appartiennent aux épisodes les plus dramatiques et les plus terribles de la conquête. Qu'il me soit permis de les rappeler ici, d'apès Oviedo (1).

» Un caballero biscayen, Lopes de Aguirre, issu de parents pauvres, mais nobles, passa en Amérique pour, suivant son expression, y « travailler la » lance à la main ». Après avoir fait la guerre dans le Pérou, il descendit

(1) Oviedo, *Historia de la provincia de Venezuela.*

le Maragnon, parvint à l'île de Margarita, et de là, par le port de Barbaruta, pénétra dans la vallée d'Aragua. A son approche, tous les habitants de Valencia s'empressèrent de se retirer dans les îles du lac Tacarigua, emmenant avec eux toutes les embarcations du rivage.

En entrant à Valencia, le tyran Lopes proclama l'indépendance du pays et la déchéance de Philippe II. C'est de cette ville qu'il adressa cette fameuse lettre au roi d'Espagne, qui, dit de Humbolt, peint avec une effrayante vérité les mœurs de la soldatesque au XVI[e] siècle. Lopes se vante tour à tour de ses crimes et de sa piété (1).

Voici quelques passages de cette lettre, imprimée pour la première fois en 1723 :

« ... Nous ne nous regardons plus comme Espagnols : nous te faisons une guerre cruelle, parce que nous ne voulons pas endurer l'oppression de tes ministres. Je suis boiteux du pied gauche par deux coups d'arquebuse que je reçus dans la vallée de Coquimbo, combattant sous les ordres de ton maréchal, Alonzo de Alvarado, contre François Hernandez de Giron, rebelle alors comme je le suis à présent et le serai pour toujours, car depuis que ton vice-roi, le marquis de Cañete, fit pendre nos plus vaillants guerriers, je ne fais pas plus de cas de tes pardons que des livres de Martin Luther.... J'ai la certitude que peu de rois vont au ciel; aussi, nous autres, nous nous regardons comme très heureux de nous trouver ici, aux Indes, conservant dans toute leur pureté les mandements de Dieu....

» ... En sortant de la rivière des Amazones, nous débarquâmes dans une île qu'on nomme la *Margarita*. C'est là que nous reçûmes d'Espagne la nouvelle de la grande faction des luthériens. Cette nouvelle nous fit grand'peur. Nous trouvâmes parmi nous un de cette faction; son nom était Monte Verde. Je le fis mettre en pièces, comme de droit; car crois-moi, seigneur, que partout où je suis on vit suivant la loi....

» En 1559, le marquis de Cañete envoya à l'Amazone Pedro de Ursua, Navarrois; nous naviguâmes sur les plus grandes rivières du Pérou.... Nous avions déjà fait trois cents lieues lorsque nous tuâmes ce mauvais et ambitieux capitaine. Nous choisîmes pour roi un cavallero de Séville, Fernand de Gusman, et nous lui jurâmes fidélité. On me nomma son maître de camp, et, parce que je résistais à ses volontés, on voulut me tuer; mais, moi, je tuai le nouveau roi, son capitaine des gardes, son lieutenant général, son chapelain, une femme, un chevalier de l'île de Rhodes, deux enseignes et cinq ou six domestiques du prétendu roi.... Je nommai des capitaines et des sergents; ils voulurent me tuer, mais je les fis pendre tous. C'est au milieu de ces aventures que nous naviguâmes onze mois jusqu'à l'embouchure de la rivière. Nous fîmes plus de quinze cents lieues. Dieu sait comment nous sommes sortis de cette grande masse d'eau!

» Lopes de Aguirre, abandonné des siens, fut tué à Barquisimeto. Au moment de succomber, il plongea le poignard dans le sein de sa fille unique, pour qu'elle n'eût pas à rougir du nom de la fille d'un traître.

---

(1) HUMBOLDT, *Relation historique du voyage aux régions équinoxiales*, t. V, p. 234.

» Dans la croyance des indigènes, l'âme du tyran erre dans les savanes comme une flamme fuyant l'approche des hommes ([1]). Ce sont des feux rougeâtres, mobiles, des éclairs sans tonnerre que j'ai pu observer durant des nuits sereines, sur les pentes de la Sierra Nevada de Merida, dans la direction du golfe ou sac de Maracaïbo.

» En 1578, Valencia courut un nouveau danger : ce fut l'incursion des Caribes de l'Orénoque. Cette horde anthropophage traversa les plaines en remontant les rives du rio Guarico, et parvint jusqu'au lac de Tacarigua ; heureusement elle fut repoussée par la valeur du capitaine Garis Gonzalès. Les descendants de ces mêmes Caribes vivent actuellement dans les missions comme de paisibles cultivateurs.

» Enfin, un siècle plus tard, en 1678, des flibustiers français saccagèrent Nueva Valencia, après avoir pénétré dans la vallée d'Aragua par l'ouverture (abra) que présente la chaîne granitique du littoral. C'est le chemin de Puerto Cabello. On monte d'abord une pente douce jusqu'à proximité de la ferme de Barbula où est l'arête de partage ; c'est dans un ravin que se trouvent les sources de las Trincheras, aussi remarquables par leur température élevée que par leur abondance. Le nom de las Trincheras vient des fortifications que construisirent les flibustiers. La position était bien choisie. En cas d'une défaite essuyée dans la vallée d'Aragua, la retraite vers la mer était assurée. Un examen attentif montre que les travaux avaient été exécutés avec intelligence. Nul doute que, comme moyen de défense, les aventuriers pouvaient lancer sur les assaillants des masses d'eau bouillante.

» Les sources forment un ruisseau de 5^m à 6^m de largeur, sur une profondeur de $0^m,50$; c'est le rio de Aguas Calientes. L'eau chaude jaillit à une cinquantaine de mètres au-dessus du ravin, de deux cavités ouvertes dans le granit et du fond desquelles, de temps en temps, sortent des bulles d'azote.

» Dans l'un des bassins j'ai trouvé pour la température $92°,2$, dans l'autre $96°,9$.

» Après les sources d'Urijino, au Japon, qu'on assure débiter de l'eau pure à $100°$, celles de las Trincheras seraient les plus chaudes du monde.

» L'eau est douée d'une odeur très prononcée d'acide sulfhydrique, qu'elle conserve quand elle est refroidie en vase clos, mais qu'elle perd en se refroidissant à l'air libre ; ainsi refroidie, elle est sans saveur ; les réactifs

([1]) Humboldt, *Relation historique*, t. V, p. 235.

y accusent de faibles proportions de chlorures et de sulfates; en l'évaporant, on en retire un résidu de silice à réaction alcaline.

» Avec les moyens dont je disposais, je dus me borner à ces quelques essais, en regrettant de ne pouvoir faire l'analyse complète d'une source aussi remarquable, apportant de l'intérieur de la terre, comme toutes les sources thermales, des substances utiles aux organismes qui vivent à la surface du globe; aussi ce fut avec une bien vive satisfaction qu'en 1878, lors de l'Exposition internationale, je découvris, parmi les intéressants produits venus de Venezuela, un flacon contenant une dizaine de litres d'eau de las Trincheras, que le commissaire de la république américaine, qui est un chimiste distingué, M. Marcano, s'empressa de mettre à ma disposition.

» L'eau était bien conservée, à en juger par le gaz sulfhydrique qu'elle tenait en dissolution; elle était limpide, reposant sur un faible sédiment floconneux, d'une teinte jaunâtre ([1]).

» Voici le résultat de l'analyse exécutée dans mon laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, et rapporté à 1^{lit} de liquide :

	gr		gr
Chlore	0,058	Lithine	traces
Acide sulfurique	0,034	Silice	0,127
Acide borique	0,000	Oxyde de fer	0,012
Soude	0,066	Acides sulfhydrique, carbonique	indéterminés
Potasse	0,014	Oxyde de cuivre	0,000
Chaux	0,013	Arsenic	0,000
Magnésie	0,006		

» La silice soluble est relativement en assez forte proportion. Cette proportion dépasse celle que l'on trouve dans les eaux de Plombières, de Carlsbad et d'Aix-la-Chapelle. C'est, sous le rapport de la teneur en acide silicique, avec l'eau des geysers d'Islande que la source de las Trincheras offre le plus d'analogie; comme ces eaux, elle dépose des concrétions siliceuses, aux points d'émission.

» L'absence du cuivre a été admise, après avoir employé pour le découvrir les procédés les plus délicats de l'électrolyse, et c'est à M. L'Hôte, dont l'habileté comme analyste est bien connue de l'Académie, qu'avait été confiée la recherche de l'arsenic.

([1]) Il y aurait à examiner ce sédiment, dans lequel on rencontrerait probablement des substances que ne contenait pas l'eau limpide.

» J'ai été surpris qu'une source thermale aussi abondante, placée à proximité d'une assez nombreuse population, ne fût pas fréquentée par des malades; est-ce parce que, à l'époque où je m'y trouvais, il n'y avait pas dans la contrée de médecins qui pussent en recommander l'usage!

» Lorsque je me rendis de Nueva Valencia à las Trincheras, Puerto-Cabello était encore au pouvoir des Espagnols; le général Paez en faisait le blocus; l'ennemi, à court de vivres, exécutait de fréquentes sorties pour s'en procurer; dans cet état de guerre, je jugeai prudent de ne pas emporter mon baromètre, instrument précieux construit par Fortin, qu'Arago avait comparé au baromètre de l'Observatoire, et qui aurait pu être endommagé dans un engagement.

» Je déterminai l'altitude par l'ébullition de l'eau; je trouvai que les sources devaient être élevées de 300^m à 350^m au-dessus de la mer.

» Je mets en regard l'élévation des sources et leur température :

	Altitude.	Température.
Onoto	696^m	44,5^o
Mariara	553	64,0
Trincheras	300 à 350^m	96,9

» Ces sources sortent de la même roche, d'un même massif de montagnes et dans un périmètre limité; ce qu'elles présentent de curieux, c'est que, en partant du haut vers le bas, l'accroissement de leur température serait proportionnel à la différence en altitude : 1° d'augmentation de chaleur pour une différence de niveau de 6^m à 7^m.

GÉOGRAPHIE. — *Reconnaissance du Napo* (*Amérique équatoriale*). Note de M. DE LESSEPS.

« M. Wiener, vice-consul de France à Guayaquil, port de la république de l'Équateur, vient de traverser en sept mois l'Amérique méridionale dans sa plus grande largeur, de Quito au Para. Le courageux voyageur a descendu un des affluents les plus importants de l'Amazone, le Napo, cette grande rivière découverte il y a trois siècles et demi par Gonzallo Pizarre et qui sert de limite entre l'Équateur et la Colombie. C'est de ses bords que partit Orellana pour aller vers la mer, ce qui amena la découverte de l'Amazone. M. Wiener a refait le même voyage, mais avec toute la précision que comporte notre époque : il a relevé et sondé le Napo,

reconnu maintenant navigable sur un millier de milles à partir de son confluent, et il a complété ainsi l'étude d'un itinéraire fort important pour l'avenir, entre Manabi et Peroaté. Une Lettre que je reçois de M. Wiener résume les résultats si intéressants de l'expédition du hardi explorateur, qui, malgré ses fatigues, n'hésite pas à retourner à son poste en remontant le Huallaga, un autre tributaire considérable de l'Amazone.

« Ma mission à travers le Napo est terminée. Je puis dire avec satisfaction qu'elle a réussi.

» J'ai ouvert la *trocha* de Papalleata à Baeza, et, de là au Napo, je me suis servi d'une *trocha* existant encore en partie. J'ai traîné la chaîne d'arpenteur à travers la forêt vierge; et puis j'ai fait sur le Napo un travail hydrographique qui permettra de dessiner non seulement le fleuve, mais encore le chenal.

» Comme ce travail a été précédé d'un arpentage de Quito à Nanabi, et que je l'ai continué jusqu'à Pervonté sur l'Amazone, dernier point étudié et indiqué sur les Cartes des pilotes brésiliens, mon expédition, au point de vue géographique, complète pour la première fois la mesure de l'Amérique méridionale dans sa plus grande largeur.

» Au point de vue commercial, j'ai parcouru une grande et belle voie que la nature a tracée à travers cet immense continent.

» Au point de vue colonisateur, je pourrai fournir, sur une région plus grande que la France, des renseignements précis, et, dès maintenant, je puis dire que cette région mérite mieux que le rôle d'un pays de transit. C'est un terrain fécond, sous un climat doux, qui ne demande qu'à être travaillé pour rendre mille fois la semence qu'on lui confie; et quelle semence! Les exploitations agricoles les plus rémunératrices peuvent y être tentées avec plein succès : le sucre, le café, le cacao, le caoutchouc, etc. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur les traitements des vignes par le sulfure de carbone.* Note de M. P. DE LAFITTE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans les Mémoires ou articles, déjà nombreux, que j'ai publiés sur différents sujets qui touchent au Phylloxera, lorsque j'ai cité une observation ou une idée, je n'ai jamais omis sciemment d'en nommer l'auteur. Je crois, par cela même, pouvoir réclamer ce qui semble m'appartenir. Je veux parler ici de la distribution des trous sur le terrain, dans les traitements par le sulfure de carbone. Voici ce que j'en disais au Congrès viticole de Clermont-Ferrand, à la séance du matin, le 1er septembre dernier (1) :

(1) Compte rendu officiel publié par la *Vigne française*, numéro du 30 septembre 1880, p. 354, colonne 2, en bas.

« Il y a longtemps que j'ai pratiqué et fait connaître un moyen fort simple d'obtenir une distribution parfaitement régulière des trous sur le terrain. Je me sers de cordeaux, qui permettent de les distribuer sur des rangées parallèles, et, sur ces cordeaux, je fais des *nœuds simples* équidistants, qui permettent de placer les trous à des distances rigoureusement égales.... Chaque ouvrier n'a qu'à suivre son cordeau et poser la pointe du pal à côté de chaque nœud, qui se voit parfaitement.... »

» Cette méthode est décrite dans une brochure publiée au mois d'octobre 1878, et signalée dans les *Comptes rendus* (séance du 28 octobre 1878). Le caractère distinctif en est que la place de chaque trou d'injection se trouve fixée indépendamment de la position des souches. J'ai essayé, à Clermont, de faire ressortir les nombreux avantages qu'on y trouve. Ici, il y a lieu d'en rappeler un seulement :

« 3° On peut ainsi placer chaque trou exactement à hauteur du milieu de l'intervalle entre deux trous consécutifs des rangées adjacentes. Cette disposition est tellement importante, que, si on la compare à celle où les trous sont tous à la même hauteur, on peut obtenir avec la première un effet meurtrier aussi énergique (¹) qu'avec la seconde en réduisant le nombre des trous dans une proportion considérable. Le calcul prouve que cette réduction peut être supérieure *au quart* (²) du nombre total (³).... »

» A côté des avantages de cette méthode, je ne vois encore à signaler qu'un inconvénient, tenant à ce fait, découvert par M. Boiteau, que le sulfure de carbone exerce une action fâcheuse sur les racines dans un rayon de $0^{m},10$ autour de la dose toxique. Il arrive très fréquemment qu'une souche se trouve placée à hauteur d'un trou d'injection, et, si la souche sort de l'alignement de son rang, et en sort du côté du trou, elle en peut être très rapprochée : danger qui n'existe jamais quand on règle la position des trous par celle de la souche elle-même. Le mieux est, je crois, de passer

---

(¹) Dans un Mémoire étendu, présenté à l'Académie et signalé aux *Comptes rendus* de la séance du 7 avril 1879, l'égalité d'effet meurtrier est définie par l'égalité des rayons des cercles circonscrits aux triangles ayant pour sommets trois trous d'injection voisins, et cette définition y est justifiée avec des développements qui ne sauraient trouver place ici.

(²) Cette réduction varie avec la distance des lignes de trous et la distance correspondante des trous dans chaque ligne, le nombre total des trous par hectare restant rigoureusement le même, quel que soit le mode de plantation de la vigne. A Clermont, parlant d'après mes souvenirs, j'ai dit *au tiers ou au quart*. Depuis, j'ai consulté les Tableaux du Mémoire précité, qui s'appliquent à tous les systèmes usités de plantation de la vigne, reconnu qu'on pouvait réduire parfois *de plus du quart* le nombre des trous, sans arriver cependant *au tiers*, et j'ai rectifié sur ce point le compte rendu du Congrès (p. 355, en bas).

(³) Revue précitée, p. 355, colonne 1, en bas.

outre, le danger signalé par M. Boiteau s'étant montré, dans la pratique, à peu près négligeable.

» J'ajoutais à Clermont :

« Le détail de la méthode pratique a été publié en 1878. Il semble qu'on tourne autour de la méthode sans vouloir y entrer. Dans une Note parue dans les *Comptes rendus* du 4 mai 1879, M. Boiteau explique que, dans les vignes plantées irrégulièrement, il prend *une ligne d'opération;* dans une Note parue dans les *Comptes rendus* du 26 janvier 1880, il place ses trous sur des lignes parallèles, comme il l'a expliqué tout à l'heure : encore un pas, et le progrès sera réalisé (¹). »

» La comparaison des dates rapportées dans cette Note suffira pour faire attribuer à chacun ce qui lui appartient. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction simultanée d'une forme quadratique et d'une forme linéaire.* Mémoire de M. **H. Poincaré**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans un Mémoire précédent (*Comptes rendus*, séance du 14 juin 1880), j'ai étudié les questions relatives à la réduction et à l'équivalence des formes cubiques ternaires. Parmi ces formes, celles de la cinquième et de la sixième famille sont décomposables en un facteur linéaire et un facteur quadratique. J'avais donc été conduit à étudier la réduction d'un système composé d'une forme linéaire et d'une forme quadratique.

» D'après les conseils de M. Hermite, j'ai poursuivi les résultats obtenus et j'ai cherché à approfondir l'étude des conditions d'équivalence ou des substitutions semblables de pareils systèmes.

» J'ai laissé de côté les systèmes qui correspondent aux formes cubiques de la sixième famille. J'ai fait voir seulement que, à la condition de modifier un peu la définition des systèmes réduits, il n'y avait, quand les invariants algébriques restaient constants, qu'un nombre fini de systèmes réduits à coefficients entiers. En ce qui concerne les systèmes qui correspondent aux formes cubiques de la cinquième famille, j'ai eu à examiner trois cas.

» Dans le premier cas, on ramène la réduction à celle d'une forme définie.

(¹) Page 356, colonne 1 du compte rendu du Congrès, dans la Revue précitée.

» Dans le deuxième cas, on obtient un nombre fini de systèmes réduits, parmi lesquels il en est deux que j'appelle *extrêmes* et dont les coefficients se calculent très aisément. Il n'y a pas de substitution semblable.

» Dans le troisième cas, le problème se ramène à la réduction d'une forme quadratique linéaire indéfinie. C'est ce cas qui est le plus intéressant, parce que c'est le seul où il y ait des substitutions semblables. Y a-t-il des transformations binaires à coefficients entiers qui reproduisent un système composé d'une forme linéaire et d'une forme quadratique? C'est là un problème qui a été déjà traité par M. Hermite, dans son célèbre Mémoire sur les formes quadratiques ternaires (*Journal de Crelle*, t. 47), M. Hermite a fait voir qu'on pouvait le ramener à la solution en nombres entiers de l'équation

$$t^2 - Gu^2 = 1,$$

où G est une quantité donnée.

» C'est aussi à une équation de cette forme que j'ai été conduit, par une voie toute différente. Mais elle ne m'aurait pas suffi pour trouver toutes les substitutions semblables, ce qui était mon but, et j'ai dû avoir recours à d'autres considérations.

» A et B étant des nombres complexes existants, C un nombre complexe idéal, je conviens d'écrire

$$A \equiv B \pmod{C}$$

lorsque A — B est divisible par C, et je fais voir que ces congruences complexes jouissent identiquement des mêmes propriétés que les congruences ordinaires, et en particulier de celles qui sont une conséquence du théorème de Fermat. Je ramène ensuite le problème des substitutions semblables à la résolution d'une congruence complexe de la forme

$$A^m \equiv 1 \pmod{C},$$

qui se traite de la même façon que les congruences ordinaires de la même forme.

» J'ai donné quelques exemples numériques, et j'ai fait voir, par exemple, par des calculs très rapides, que la plus simple des substitutions linéaires à coefficients entiers qui reproduisent le système

$$14x + y + 2z, \quad y^2 - 6z^2$$

est la suivante :

$$\begin{aligned} x &= x_1 + 5918360y_1 + 14651280z_1, \\ y &= \phantom{x_1 +{}} 46099201y_1 + 112919520z_1, \\ z &= \phantom{x_1 +{}} 18819920y_1 + 46099201z_1. \end{aligned}$$

« J'ai fait, en passant, une remarque que je crois nouvelle. Supposons que Ω soit un entier impair, que a et b soient deux entiers tels que

$$a^2 - b^2\Omega = 1$$

et soient plus petits que tous les autres entiers satisfaisant à cette condition, que c et d soient des entiers impairs tels que

$$c^2 - d^2\Omega = 4$$

et soient plus petits que tous les autres entiers satisfaisant à cette condition; j'ai fait voir qu'on aura

$$\left(\frac{c + d\sqrt{\Omega}}{2}\right)^3 = a + b\sqrt{\Omega}. \text{ »}$$

M. D. Carrère adresse la première Partie d'un Mémoire concernant un procédé de résolution d'une équation du sixième degré, dont toutes les racines sont imaginaires.

(Commissaires : MM. Bonnet, Puiseux, Bouquet.)

M. Monméja adresse un Mémoire sur l'origine de l'électricité atmosphérique.

(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

M. Ch. Brame adresse un Mémoire portant pour titre : « Cristallogénie vésiculaire et encyclide; rayon d'influence ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. A. Dumont adresse, par l'entremise de M. de Lesseps, un certain nombre de documents indiquant l'état actuel du projet de canal d'irrigation dérivé du Rhône.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux nouveaux fascicules des « Annales du Bureau cen-

tral météorologique de France », année 1879, savoir « I. Étude des orages en France et Mémoires divers » et « IV. Météorologie générale ».

ASTRONOMIE. — *Sur les Tables du mouvement de Saturne de Le Verrier.* Note de M. A. GAILLOT, présentée par M. Mouchez.

« M. Hugo Gyldén a publié récemment, dans le *Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft*, une Notice consacrée à l'examen des Tables de Jupiter et de Saturne dues à Le Verrier.

» Dans ce travail, l'auteur indique la correction suivante, qui établirait un accord beaucoup plus parfait entre les positions observées de Saturne et les positions théoriques fournies par les Tables :

$$\text{correction} = -3'',9\cos[19^\circ,08(t-1817,9)].$$

» Il fait remarquer, en outre, que la période de cette inégalité a sensiblement la même durée que celle de la différence : *longitude de Jupiter moins longitude de Saturne.*

» Dès la fin de 1876, j'avais averti Le Verrier que l'on atténuerait considérablement les écarts constatés entre la théorie et l'observation de Saturne, en ajoutant à la longitude vraie v un terme sensiblement égal à

$$-4''\sin(l^{\text{v}}-l^{\text{iv}}),$$

l^{v} et l^{iv} représentant respectivement les longitudes moyennes de Saturne et de Jupiter. Après vérification du fait, Le Verrier crut, comme moi, y trouver l'indice d'une erreur dans le calcul du coefficient de l'un des termes ayant pour arguments :

Longitude moyenne	$\zeta = l^{\text{v}} - l^{\text{iv}}$, $l^{\text{v}} + \zeta$ et $l^{\text{v}} - \zeta$
Longitude du périhélie et excentricité.....	$l^{\text{v}} + \zeta$ et $l^{\text{v}} - \zeta$

les seuls par lesquels il paraissait possible qu'il se fût introduit une erreur aussi considérable dans les termes en ζ de la longitude vraie.

» Il revit, avec le plus grand soin, le calcul de tous ces termes et, à la suite de cette revision, fut pleinement convaincu de leur exactitude.

» Il me demanda alors de résoudre à nouveau les équations de condition, auxquelles donnait lieu la comparaison des observations de Saturne aux positions déduites des Tables, et de tenir compte de la correction

$$S\sin(l^{\text{v}}-l^{\text{iv}}) + C\cos(l^{\text{v}}-l^{\text{iv}}),$$

S et C étant deux inconnues dont la valeur devait résulter de la résolution des équations de condition. De son côté, il faisait le même calcul, et, ayant l'un et l'autre successivement tenu compte d'abord de l'ensemble des observations, puis seulement des observations modernes, nous trouvâmes, non seulement que nos résultats étaient identiques, mais encore qu'ils étaient très concordants dans les deux cas. L'écart moyen entre les Tables et l'observation était considérablement atténué, et les écarts extrêmes diminués de moitié, en appliquant à la longitude vraie la correction

$$-3'',84\sin(l^{\text{v}}-l^{\text{iv}})-0'',76\cos(l^{\text{v}}-l^{\text{iv}}),$$

et tenant compte d'ailleurs des modifications qui en résulteraient dans la valeur initiale des éléments, savoir

Longitude moyenne..........	$\delta\varepsilon$	$=-0'',025$
Moyen mouvement...........	δn	$=-0,06585$
Excentricité.................	δe	$=+0,24$
Longitude du périhélie........	$\delta\varpi^{\text{v}}$	$=-13,7$
»	$e\delta\varpi^{\text{v}}$	$=-0,77$

L'ensemble de toutes ces corrections donne pour la longitude vraie

$$\begin{aligned}\delta v=&[-0'',025-0'',065.85(t-1850)][1+2e\cos(l^{\text{v}}-\varpi^{\text{v}})]\\&+0'',48\sin(l^{\text{v}}-\varpi^{\text{v}})+1'',54\cos(l^{\text{v}}-\varpi^{\text{v}})\\&-3'',84\sin(l^{\text{v}}-l^{\text{iv}})-0'',76\cos(l^{\text{v}}-l^{\text{iv}}).\end{aligned}$$

Telle est la formule à laquelle s'était arrêté Le Verrier, et qui avait été déduite des seules observations modernes (1836 à 1876).

» La Table rectificative, destinée à donner la valeur de cette correction aux diverses époques, avait été préparée et devait être publiée; mais, au dernier moment, Le Verrier renonça à cette publication, par les raisons suivantes :

» 1° Il lui répugnait d'introduire dans ses Tables un terme dont il ne pouvait justifier analytiquement l'origine dans l'état actuel de la Science.

» 2° Si, à l'aide d'une formule empirique, l'accord s'établissait entre les observations et les positions fournies par les Tables, celles-ci pourraient inspirer une sécurité trompeuse aux astronomes, et l'on ne penserait peut-être pas à chercher la solution de la difficulté présente.

» M. Hugo Gyldén ayant publié le résultat qu'il avait obtenu, lequel est à peu près identique à celui auquel s'était arrêté Le Verrier, j'ai cru devoir communiquer à l'Académie les faits que je viens de rapporter. Je

dois ajouter que j'ai été vivement sollicité de le faire par M. Hugo Gyldén lui-même, à qui j'en ai récemment donné connaissance. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des polynômes X_n de Legendre.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. Étant donné un polynôme entier $F(x)$, on sait que l'on peut toujours, en désignant par A, B, ..., H, K, L, ... des coefficients constants, poser identiquement

$$F(x) = AX_m + BX_p + \ldots + HX_r + KX_s + LX_t + \ldots.$$

Je supposerai que les nombres entiers $m, p, \ldots$ soient rangés par ordre croissant de grandeur; cela posé, on peut énoncer le théorème suivant :

» *Le nombre des racines positives de l'équation* $F(x) = 0$, *qui sont égales ou supérieures à l'unité, est au plus égal au nombre des variations que présentent les termes de la suite*

(1) A, B, ..., H, K, L, ...

» Pour établir cette proposition, je ferai voir que, si elle est vraie quand la suite précédente présente $(n-1)$ variations, elle subsiste encore quand le nombre des variations est égal à n; la proposition sera ainsi démontrée, puisqu'elle est évidente quand tous les coefficients sont de même signe.

» A cet effet, en supposant que la suite (1) présente n variations et que H et K soient deux coefficients consécutifs et de signes contraires, je considère l'expression $\frac{F(x)}{X_s}$, qui s'annule en même temps que $F(x)$ et demeure finie et continue pour toutes les valeurs de x égales ou supérieures à l'unité; en posant $\frac{d}{dx}\frac{F(x)}{X_s} = \frac{f(x)}{X_s^2}$, on déduit du théorème de Rolle

$$(F) \leqq (f) + 1 \quad (^1).$$

On a d'ailleurs

$$f(x) = \Sigma A(X'_m X_s - X'_s X_m);$$

des deux équations

$$(x^2-1)X''_p + 2xX'_p = p(p+1)X_p$$

---

(1) Ici, comme dans tout ce qui suit, je désigne par (u) le nombre des racines de l'équation $u = 0$ qui sont égales ou supérieures à l'unité.

et

$$(x^2-1)X''_s+2xX'_s=s(s+1)X_s,$$

où p désigne un nombre entier quelconque, on déduit

$$\frac{d}{dx}[(x^2-1)(X'_pX_s-X'_sX_p)]=[p(p+1)-s(s+1)]X_pX_s,$$

d'où

$$\frac{d}{dx}(x^2-1)f(x)=X_s\Phi(x),$$

où

$$\Phi(x)=A[m(m+1)-s(s+1)]X_m+\ldots$$
$$+H[r(r+1)-s(s+1)]X_r+L[t(t+1)-s(s+1)]X_t+\ldots.$$

Or, si l'on considère les signes des coefficients de cette expression, on voit qu'ils diffèrent de ceux de la suite (1) en ce que le coefficient de X_s est annulé et que tous les coefficients précédents conservent leur signe, tandis que le signe des coefficients suivants est changé; la suite de ces coefficients présente donc exactement $(n-1)$ variations, et l'on a, par hypothèse,

$$(\Phi)\leqq n-1.$$

De l'équation (2) on déduit d'ailleurs, en s'appuyant sur le théorème de Rolle et en remarquant que l'équation $X_s=0$ a toutes ses racines inférieures à l'unité,

$$(f)\leqq(\Phi);$$

et des inégalités précédentes on conclut facilement

$$(F)\leqq n;$$

la proposition est donc entièrement établie.

» 2. Si l'on transforme l'expression du polynôme $F(x)$ en changeant les signes de tous les polynômes de Legendre qui sont d'un degré impair, on voit que :

» *Le nombre des racines négatives de l'équation* $F(x)=0$, *dont la valeur absolue est égale ou supérieure à l'unité, est au plus égal au nombre des variations de la transformée.*

» On en déduit que :

» *Si l'équation a toutes ses racines réelles et si leur valeur absolue est égale ou supérieure à l'unité, le nombre des racines positives est égal au nombre des variations du premier membre de cette équation et le nombre des racines négatives au nombre des variations de la transformée.*

» *Si la suite des polynômes de Legendre présente une lacune de* $(\alpha + 1)$ *termes, l'équation a au moins* α *racines qui sont imaginaires ou dont la valeur absolue est plus petite que l'unité.*

» *Si un terme manque dans la suite des polynômes de Legendre et si les termes avoisinants sont de même signe, l'équation a deux racines imaginaires ou deux racines dont la valeur absolue est plus petite que l'unité.* »

PHYSIQUE. — *Tables nouvelles pour calculer les hauteurs au moyen des observations barométriques;* par M. A. ANGOT.

« Toutes les formules que l'on a proposées successivement pour la mesure des hauteurs au moyen des observations barométriques doivent être vérifiées en comparant les nombres qu'elles fournissent, pour la différence de hauteur de deux stations, avec le résultat d'un nivellement direct. Pour se rapprocher autant que possible de la condition théorique d'équilibre statique de l'air, qui sert toujours de point de départ, il convient d'opérer cette vérification, non sur des observations isolées, mais sur des moyennes mensuelles ou annuelles. On trouve alors que les altitudes ainsi calculées varient avec l'heure et la saison : la station supérieure semble plus haute le jour et en été, plus basse la nuit et en hiver. Ce fait, mis d'abord en évidence par M. Plantamour, a été retrouvé fréquemment depuis et quelle que soit la formule qui ait été employée.

» L'amplitude de ces variations est loin d'être négligeable : d'après les calculs de M. Plantamour, la variation diurne de la hauteur du grand Saint-Bernard, déduite des observations du Saint-Bernard et de Genève, atteint 17^m en décembre et dépasse 47^m en juin. La variation annuelle est de même sens : la moyenne des observations de juin donne une hauteur supérieure de 25^m à celle qui résulte des nombres de janvier.

» M. Plantamour a le premier attribué ces anomalies à ce que l'on introduit dans les calculs, au lieu de la véritable température moyenne de la couche d'air comprise entre les deux stations, la demi-somme des températures observées en haut et en bas, hypothèse qui, en effet, ne saurait être toujours exacte. Mais, si l'on connaît la différence d'altitude, on peut résoudre la formule barométrique par rapport à la température et comparer le nombre ainsi obtenu à la moyenne arithmétique des températures observées. On trouve ainsi que la correction à faire subir à cette demi-somme pour que la formule barométrique donne des résultats exacts

varierait, pour Genève et le Saint-Bernard, entre $+2^\circ,9$ et $-4^\circ,4$. De telles corrections paraîtront probablement bien fortes, si l'on songe que la différence de température des deux stations n'atteint pas 11° en moyenne.

» De plus, il est facile de voir *a priori* que les hauteurs calculées devraient présenter des variations précisément de sens contraire à celles que nous avons signalées plus haut. Dans le jour ou pendant l'été, en effet, par suite de la dilatation, une partie de l'air qui se trouvait primitivement entre les deux stations passe au-dessus de la station supérieure. Le poids de la quantité d'air comprise entre les deux niveaux diminue donc, et l'on devrait trouver ainsi une moindre différence d'altitude. Inversement, ce même poids augmente pendant la nuit et en hiver, et la hauteur calculée devrait alors être supérieure à la hauteur vraie.

» J'ai cherché un mode de calcul qui satisfît à ces dernières conditions, tout en donnant, sur les hauteurs absolues, une approximation au moins égale à celle que l'on obtient avec les meilleures formules employées jusqu'à ce jour. Le principe de la méthode est le suivant : on calcule séparément, en ne faisant intervenir que des conditions purement théoriques, la hauteur de chacune des stations au-dessus d'un même plan, celui où la pression serait égale à 760^{mm} au moment de l'observation, et l'on prend ensuite la différence des deux nombres.

La formule employée pour ce calcul est celle de Laplace,

$$(1)\quad Z = A\left(1+\alpha\frac{t+t'}{2}\right)(1+0,00260\cos 2\lambda)\left[\left(1+\frac{z}{R}\right)\log\frac{h}{760}+0,868589\frac{z}{R}\right],$$

dans laquelle nous prendrons α, coefficient de dilatation des gaz, égal à $\frac{1}{273}$, et R, rayon moyen de la Terre, égal à 6366200^{m}.

» Quant à la *constante barométrique* A, si D est la densité du mercure, d le poids de 1^{lit} d'air à 0°, sous la pression $0^{\text{m}},760$ au niveau de la mer et à la latitude 45°, et m le module des logarithmes vulgaires, la théorie donne

$$A = \frac{0^{\text{m}},760 \times D}{md}.$$

» En remplaçant D et d par les nombres de Regnault, et supposant que l'air renferme de la vapeur d'eau dont la force élastique est f, il vient

$$A = 18404^{\text{m}},9(1+0,000497f).$$

Enfin t représente la température observée à la station et t' celle que l'on devrait avoir en même temps sur le plan de comparaison, où la pression est 760^{mm}. Soit a le nombre de mètres dont il faut s'élever dans l'air pour que

la décroissance *théorique* de la température soit de 1°; on a alors

$$t' = t + \frac{z}{a} \quad \text{ou} \quad \frac{t+t'}{2} = t + \frac{z}{2a}.$$

» En portant toutes ces valeurs dans l'équation (1) et transformant convenablement la dernière parenthèse, il vient enfin

$$Z = 18404^{\text{m}},9\left(1 + \frac{t + \frac{z}{2a}}{273}\right)(1 + 0,000497f)(1 + 0,00260\cos 2\lambda)$$
$$\times\left(1 + \frac{z + 15986}{6366200}\right)\log\frac{h}{760}.$$

» Le nombre a, qui représente la loi théorique de décroissance de la température avec l'altitude, varie suivant l'humidité de l'atmosphère, mais reste généralement compris entre 150^{m} et 210^{m}. Si la hauteur des stations ne dépasse pas 2500^{m}, on peut, sans erreur appréciable, prendre toujours $a = 180^{\text{m}}$. Pour des hauteurs plus grandes on prendra, en été et aux heures chaudes de la journée, des valeurs qui se rapprocheront de 150^{m}, tandis qu'en hiver et pendant la nuit on adoptera des nombres compris entre 180^{m} et 210^{m}.

» Reste le terme en f. La décroissance de la force élastique de la vapeur d'eau atmosphérique suit une loi compliquée et qui est encore peu connue; mais l'influence de ce terme dans le calcul des hauteurs est faible : pour une hauteur de 3000^{m} et une force élastique de 10^{mm}, valeur extrême, la correction totale ne serait encore que de 15^{m}. On pourra donc prendre pour f la force élastique de la vapeur déterminée isolément dans chaque station, ou mieux, pour des altitudes supérieures à 2500^{m}, la moyenne des deux forces élastiques.

» Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et qui est inséré dans les *Annales du Bureau central météorologique* (t. I, 1879), j'ai donné des Tables numériques qui permettent d'obtenir directement ou par des interpolations très simples le terme principal $18404^{\text{m}},9\log\frac{h}{760}$ et toutes les corrections successives. Le calcul d'une hauteur se trouve ainsi réduit à l'addition de quelques termes, comme dans les anciennes Tables de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

» Les avantages des Tables nouvelles sont les suivants :

» 1° Elles donnent directement la hauteur de chaque station au-dessus du plan où la pression est égale à 760^{mm}. Ce nombre est voisin de l'altitude vraie, ce qui est commode et donne une première idée de la hauteur sans qu'on ait besoin de comparer les résultats obtenus aux deux stations.

» 2° Bien qu'il n'ait été fait usage d'aucun coefficient empirique, l'exactitude est au moins aussi grande qu'avec les meilleures formules proposées jusqu'à ce jour.

» 3° Les hauteurs calculées diffèrent toujours des hauteurs vraies dans un sens que l'on peut prévoir *a priori*, et qui est conforme à la théorie.

» Cette dernière condition me paraît être la plus importante, car elle permet d'assigner d'avance, dans chaque cas particulier, quel sera le sens de l'erreur. Je me propose du reste, si l'Académie le permet, de revenir prochainement sur ce point et de discuter quelques-uns des résultats obtenus avec les nouvelles Tables. »

CHIMIE. — *Recherches sur le sulfure d'azote*. Note de M. EUG. DEMARÇAY, présentée par M. Cahours.

« Le sulfure d'azote, découvert par Fordos et Gélis, retrouvé par Michaelis dans l'action de l'ammoniaque sur le chlorure de thionyle, n'a, depuis, été l'objet d'aucune recherche. Trois composés, que signalent Fordos et Gélis et qu'ils représentent par les formules

$$SCl^2, AzS, \quad SCl^2, 2AzS, \quad SCl^2, 3AzS,$$

constituent tout ce que l'on connaît de ses combinaisons. Ces deux savants signalent de plus, sans s'y arrêter, diverses réactions colorées.

» J'ai entrepris l'étude de ce corps, et j'ai remarqué qu'il agissait aisément sur toute une série de chlorures ($SOCl^2$, SO^2Cl^2, $TiCl^4$, $SnCl^4$, $SiCl^4$, $PhCl^3$, $PhCl^5$, $PhCl^3S$, $AsCl^3$), avec production d'un ou plusieurs dérivés. Ces faits m'ont engagé, avant d'en continuer l'examen, à étudier d'abord l'action du chlore. C'est là l'objet de cette Note.

» Le sulfure d'azote, baigné de deux à trois fois son volume de chloroforme (pour éviter la température trop élevée résultant d'une réaction directe) et traité par un courant de chlore, se dissout peu à peu avec dégagement de chaleur. La liqueur, d'abord rouge orangé, puis d'un vert olive presque noir quand la température s'est notablement élevée, prend une couleur rouge brun quand l'opération est terminée. Il se dépose, par refroidissement, de magnifiques cristaux de la combinaison

$$SAzCl.$$

L'eau mère, colorée en brun, est décantée, et les cristaux sont séchés dans

un courant d'air sec à la température ordinaire. Les eaux mères, évaporées de même dans un courant d'air bien sec, à température peu élevée, abandonnent des cristaux qu'on peut obtenir plus volumineux par dissolution dans un peu de chloroforme chaud et refroidissement. Ce composé s'obtient ainsi à l'état de pureté. Il forme des primes d'un jaune de soufre pâle, qui atteignent facilement plus de $0^m,01$ de côté sur des masses de 2^{gr} à 3^{gr}. Ils sont fort brillants à l'abri de l'air; l'humidité les ternit, les noircit ensuite, puis les détruit totalement.

» La chaleur les décompose en azote et chlorure de soufre :

$$2\,AzSCl = Az^2 + S^2Cl^2.$$

Cette décomposition n'est pas complète, à moins de températures élevées (140°, par exemple), le chlorure de soufre se combinant au chlorazoture pour donner des composés stables. A la température ordinaire, cette décomposition se fait déjà dans les solutions chloroformiques qui contiennent des cristaux. Au bout de deux mois et demi (mi-août, septembre et octobre), sur un échantillon de 2^{gr} environ, elle continuait encore. Le liquide contenait des cristaux du chlorure double. A l'état sec, à la température ordinaire, il paraît s'altérer plus lentement encore. A 100°, au contraire, la destruction est rapide; il fond immédiatement, dégage de l'azote et un peu de chlore. Chauffé brusquement dans un tube sur une lampe, il bout, puis détone faiblement avec une flamme bleuâtre. Il distille en petite quantité avec les vapeurs de chloroforme, ce qui indique une certaine volatilité à cette température.

» La coloration foncée observée dans la préparation du chlorure précédent est due à la formation d'un second chlorure qu'on ne peut néanmoins obtenir pur par cette voie. Il vaut mieux dissoudre le chlorure déjà décrit dans du chloroforme et ajouter à la solution le double du sulfure d'azote qu'elle contient déjà en combinaison. Il se dissout aisément à chaud si le dissolvant est en quantité suffisante, et le nouveau chlorure

$$(SAz)^3Cl$$

se dépose par refroidissement en aiguilles parfois fort longues, d'un beau rouge de cuivre. Ce corps est bien moins soluble dans le chloroforme que le précédent. On décante l'eau mère, on comprime rapidement les aiguilles dans du papier buvard et on les introduit dans un tube, où l'on achève de les sécher par un courant d'air sec. Ce composé devient noir dès qu'on l'expose à la moindre humidité; en opérant rapidement, l'altération reste su-

perficielle et la coloration disparaît spontanément. Il résiste à la chaleur mieux que le précédent. A la température ordinaire, il m'a paru stable. Il se décompose avec une faible explosion quand on le chauffe à feu nu. Il possède une odeur piquante, qui rappelle à la fois la moutarde et le chlorure de soufre.

» Ces deux chlorures donnent avec les réactifs des produits nouveaux dont je poursuis l'étude. Je ferai seulement remarquer, en terminant, que les trois combinaisons de Fordos et Gélis peuvent s'écrire

$$2(SCl^2, SAz) = (SAzCl)^2 S^2Cl^2,$$
$$2(SCl^2, 3SAz) = [(SAz)^3 Cl]^2 S^2Cl^2,$$
$$(SCl^2, 2SAz) = [SAzCl, (SAz)^3 Cl] S^2Cl^2.$$

» L'expérience confirme ces vues, car le chlorure de soufre S^2Cl^2 s'unit très aisément et en plusieurs proportions aux chlorures que je viens de décrire. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De l'acide phytolaccique.* Note de M. A. Terreil, présentée par M. Fremy.

« En faisant des recherches sur les matières colorantes rouges des végétaux, j'ai découvert dans les fruits du *Phytolacca Kæmpferi* un nouvel acide organique, qui existe dans cette plante à l'état de sel de potasse, et auquel je donne le nom d'*acide phytolaccique*, pour rappeler son origine. Les fruits du *Phytolacca decandra* contiennent également cet acide, mais en moins grandes proportions.

» J'extrais l'acide phytolaccique de la manière suivante : je broie les baies du *Phytolacca* avec de l'alcool à 40° ou 50°, je décante le liquide et j'exprime le résidu dans un linge; je filtre le liquide obtenu, je l'évapore à une douce chaleur, jusqu'à consistance d'extrait presque sec, puis je reprends cet extrait par de l'alcool à 90°, en malaxant fortement la masse gommeuse insoluble qui enveloppe le phytolaccate acide de potasse qu'elle renferme. Ce sel, qui est très soluble dans l'alcool concentré, se dissout en même temps que des principes sucrés et une petite quantité de matière colorante. Je filtre l'extrait alcoolique; je chasse ensuite l'alcool par la chaleur, et je redissous l'extrait sirupeux dans l'eau. C'est dans cette dernière dissolution, qui rougit fortement le papier de tournesol, que j'ai constaté la

présence du nouvel acide, en observant la réaction suivante, qui est caractéristique. En effet, en ajoutant de l'acide chlorhydrique à cette dissolution, il ne s'est rien produit à froid; mais, en chauffant, j'ai vu tout le liquide se prendre en une gelée assez consistante pour ne pas couler quand je renversais le tube dans lequel je faisais l'essai; en outre, je constatai que, contrairement aux propriétés ordinaires des gelées végétales, cet acide coagulé, insoluble dans l'eau, est très soluble dans l'alcool à 90°.

» Enfin, pour isoler l'acide phytolaccique de la dissolution dont il s'agit, je verse d'abord quelques gouttes d'acétate neutre de plomb, lequel n'a aucune action sur le phytolaccate acide de potasse, mais qui précipite la matière colorante; puis, dans la liqueur filtrée, j'ajoute du sous-acétate de plomb qui précipite l'acide phytolaccique. Après avoir lavé le phytolaccate de plomb, je l'ai décomposé par l'hydrogène sulfuré en présence de l'eau; puis, après filtration pour séparer le sulfure de plomb, j'ai évaporé le liquide à sec.

» L'acide phytolaccique est incristallisable; on peut l'amener à l'état de dessiccation complète sans l'altérer. Il se présente alors sous la forme d'un vernis gommeux transparent, de couleur jaune brun, non déliquescent; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool concentré; l'éther n'en dissout qu'une faible quantité. Sa dissolution aqueuse rougit fortement le tournesol; on peut la porter à l'ébullition sans l'altérer; mais, si l'on y ajoute préalablement de l'acide chlorhydrique ou sulfurique, l'acide phytolaccique se transforme en gelée, comme il a été dit plus haut; l'acide acétique ne produit point cette transformation. La dissolution alcoolique de l'acide phytolaccique coagulé, étant évaporée, laisse déposer cet acide sous sa forme gélatineuse.

» Les alcalis étendus et l'ammoniaque dissolvent facilement l'acide gélatineux; mais les acides le reprécipitent de ces dissolutions, même à froid.

» L'acide phytolaccique libre ne précipite ni l'azotate d'argent, ni le chlorure de baryum, ni les sels de chaux; à l'ébullition, il réduit cependant le sel d'argent.

» Les phytolaccates alcalins sont incristallisables.

» L'acide phytolaccique, saturé par un léger excès d'ammoniaque, donne après évaporation à sec, lorsqu'on reprend par l'eau, une dissolution possédant encore une réaction acide. Cette dissolution donne avec l'azotate d'argent un précipité jaunâtre, soluble dans l'acide azotique et dans l'ammoniaque; elle ne précipite le chlorure de baryum qu'en présence d'un

excès d'ammoniaque; elle ne précipite pas les sels de chaux, même en présence d'un excès d'ammoniaque.

» Le sel de plomb qu'on obtient par précipitation avec le sous-acétate de plomb contient 44,55 pour 100 de plomb métallique, ce qui donne sensiblement le nombre 130 pour l'équivalent chimique de l'acide phytolaccique considéré comme acide monobasique, ou le nombre 260 si on le considère comme un acide bibasique, ce qui paraît admissible en présence de l'acidité du sel de potasse qui existe dans les *Phytolacca*.

» Le manque de matière, la saison étant trop avancée pour me procurer des fruits de *Phytolacca Kæmpferi* en quantité suffisante, m'a empêché de déterminer la composition élémentaire de l'acide phytolaccique. Il me reste également à étudier les causes de la transformation de cet acide de l'état soluble à l'état insoluble. Y a-t-il simple modification isomérique ou dédoublement à la manière des glucosides? questions importantes à résoudre. Je renvoie donc à une époque plus propice la continuation de l'étude de l'acide phytolaccique. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Mesure de la dose toxique d'oxyde de carbone chez divers animaux*. Note de M. GRÉHANT, présentée par M. Vulpian.

« En poursuivant mes recherches sur l'absorption de l'oxyde de carbone par l'organisme vivant, j'ai été conduit à déterminer exactement dans quelle proportion minimum l'oxyde de carbone doit se trouver dans l'air, pour produire la mort de différents animaux.

» Je compose d'abord, dans un grand ballon de caoutchouc, un mélange homogène de $199^{\text{lit}},5$ d'air mesurés avec un compteur à gaz et de 500^{cc} d'oxyde de carbone pur; un chien du poids de $7^{\text{kg}},35$ est astreint à respirer ce mélange à $\frac{1}{400}$, à l'aide d'une muselière de caoutchouc et de soupapes de Muller à eau; l'expérience dure cinquante-six minutes; l'animal, détaché, reste couché quelques instants, mais bientôt il se relève et se met à marcher; une goutte de sang, examinée au spectroscope, montre la persistance des bandes d'absorption de l'hémoglobine oxycarbonée.

» Le lendemain, vingt-quatre heures après, on fait respirer au même animal 200^{lit} d'un mélange à $\frac{1}{350}$; l'expérience dure quarante-cinq minutes; l'animal reste couché et ne peut se relever qu'au bout de quelques minutes. Vingt-quatre heures après, on emploie un mélange à $\frac{1}{300}$; au bout de cinquante minutes, les mouvements respiratoires s'arrêtent; l'animal meurt sans la moindre agitation; il a respiré 146^{lit} du mélange; 100^{cc} de sang pris dans la veine cave inférieure ne peuvent plus absorber que $6^{\text{cc}},8$ d'oxygène, ce qui montre que l'hémoglobine est en grande partie oxycarbonée; ainsi, chez ce chien, la dose toxique exacte fut égale à $\frac{1}{300}$.

» Chez un autre animal de la même espèce et de la même portée, une série d'expériences semblables a donné le chiffre différent $\frac{1}{250}$.

» De semblables différences suffisent pour expliquer que, si deux personnes se trouvent dans une atmosphère rendue toxique par l'oxyde de carbone, l'une peut mourir et l'autre peut survivre à l'action du poison, ce que l'observation a permis de constater bien souvent.

» J'ai fait, chez un lapin, une série d'expériences tout à fait semblables, en prenant 50^{lit} d'air au lieu de 200^{lit} et en essayant successivement $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{100}$ d'oxyde de carbone; j'ai été très surpris de voir qu'un mélange à 1 pour 100 ne tue pas cet animal; un mélange contenant $\frac{1}{70}$ a été respiré pendant quarante-huit minutes; l'animal, détaché, reste couché sur le flanc, mais se relève au bout de quelques minutes; enfin un mélange à $\frac{1}{60}$ a déterminé l'arrêt des mouvements respiratoires et des mouvements du cœur.

» Chez un moineau, une série d'expériences m'a donné pour la dose toxique la plus petite $\frac{1}{500}$; l'oiseau est mort au bout d'une heure quarante et une minutes.

» Il y a donc, on le voit, de grandes différences d'une espèce animale à une autre, et les nombres que j'ai obtenus peuvent servir, outre l'intérêt qu'ils présentent au point de vue physiologique, à instituer avec des animaux la recherche de l'oxyde de carbone produit par divers appareils de chauffage.

» J'ai publié déjà (¹) des expériences que j'ai faites sur un poêle sans tuyau et j'ai reconnu que la combustion de 2^{kg} de charbon de bois dans cet appareil, au milieu d'une chambre dont la capacité est égale à 45^{mc}, a empoisonné un chien partiellement, de sorte que, le pouvoir absorbant du sang normal pour l'oxygène étant 23,2, le sang, après deux heures et demie, ne pouvait plus absorber que $12^{cc},4$ d'oxygène; $10^{cc},2$ d'oxyde de carbone avaient été fixés par 100^{cc} de sang; dans les conditions de cette expérience, un moineau serait mort, puisque l'atmosphère de la chambre renfermait $\frac{1}{500}$ d'oxyde de carbone dosé par l'oxyde de cuivre.

» Une autre cause rend nuisibles les poêles sans tuyau: ils répandent dans l'atmosphère confinée une grande quantité d'acide carbonique, et il suffit, comme je l'ai montré récemment (²), que l'air contienne 1 pour 100 d'acide carbonique, pour que l'exhalation pulmonaire de ce gaz soit notablement diminuée. »

(¹) *Annales d'Hygiène*, 3e série, t. I, 1879.

(²) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de MM. Ch. Robin et G. Pouchet, t. XVI, juillet 1880.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur une nouvelle espèce de* Poroxylon. Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Duchartre.

« J'ai fait connaître naguère (¹) l'existence, à l'époque de la formation des terrains houillers supérieur et permien, d'une nouvelle famille de plantes que j'ai désignées sous le nom de *Poroxylées*.

» Leur caractère essentiel est, comme on sait, d'avoir :

» 1° Un bois secondaire *centrifuge*, formé de trachéides *ponctuées*, disposées régulièrement en séries rayonnantes et séparées par des rayons médullaires très développés ;

» 2° Un bois *centripète*, constitué par des trachéides rayées et ponctuées, disposées sans ordre et sans rayons médullaires interposés. Les éléments spiralés se trouvent entre les deux bois.

» Aujourd'hui, je viens ajouter un nouveau représentant à cette famille, le *Poroxylon Edwardsii*. Cette espèce, tout en offrant les caractères généraux rappelés ci-dessus, se distingue par le développement considérable et la constitution de la région libérienne, du bois et de l'écorce.

» De même que les autres espèces du groupe, elle se rencontre assez fréquemment, dans les rognons siliceux d'Autun, en fragments qui peuvent atteindre $0^m,03$ à $0^m,04$ de diamètre, et se présente souvent avec une conservation admirable des tissus.

» La moelle, d'une étendue moyenne, est formée de cellules à section longitudinale presque carrée ; un grand nombre d'entre elles, disposées en files verticales, se montrent remplies de matières colorées en rouge brun. Peut-être ont-elles contenu des matières gommeuses. Le bois centripète, distribué en petits îlots au bord interne du bois centrifuge, présente constamment, d'un côté du rameau, deux groupes ligneux plus développés que les autres.

» Les trachéides qui composent le cylindre rayonnant extérieur mesurent $0^{mm},10$ à $0^{mm},11$ de diamètre et portent sur leurs parois latérales cinq ou six rangées de ponctuations aréolées, contiguës, disposées en séries alternes, et dont le pore central, de forme elliptique allongée, est horizontal.

» Les rayons médullaires sont, pour la plupart, très développés en hauteur et en épaisseur, et leurs cellules sont allongées dans le sens radial. Des

(¹) *Comptes rendus*, séance du 6 janvier 1879.

zones concentriques, dans lesquelles les trachéides ont un plus petit diamètre, indiquent des arrêts momentanés de la végétation, mais de courte durée.

» En dehors de la couche génératrice et au milieu du parenchyme libérien, dont les cellules sont à section rectangulaire plus haute que large et à minces parois, on distingue nettement de nombreux tubes grillagés rappelant, par leur dimension et la disposition des cribles sur les faces latérales, ceux que l'on trouve dans l'écorce des *Encephalartos*.

» Les rayons médullaires du bois se continuent régulièrement à travers l'écorce; ils sont formés dans cette région de deux ou trois rangs de cellules prismatiques à parois poreuses, plus allongées suivant le sens radial que dans les autres directions. En dehors de la couche dont il vient d'être question, et qui renferme les tubes grillagés, on remarque entre deux rayons médullaires voisins, et cela sur toute la périphérie, une alternance de deux cellules prismatiques, à parois grillagées ou poreuses, et de quatre autres plus petites, mais plus allongées, également poreuses; comme cette alternance dans le sens du rayon est régulière, elle se décèle, sur une coupe transversale, par une succession de cercles concentriques de cellules, alternativement larges dans l'un, plus étroites dans l'autre, coupés par les rayons médullaires, qui se continuent depuis l'intérieur du bois.

» L'assise extérieure de l'écorce est composée de cellules polyédriques à minces parois, et se montre parsemée de tubes à gomme. Extérieurement elle est limitée par une couche de suber et par l'épiderme.

» L'épaisseur de la région libérienne et de l'assise corticale peut égaler, dans certains échantillons, celle du bois lui-même.

» Le bois primaire des racines qui appartiennent au *Poroxylon Edwardsii* comprend deux lames peu développées, formées de trachéides rayées et ponctuées se rejoignant au centre. Le bois secondaire apparaît seulement entre ces lames; en effet, dans le prolongement de chacune de celles-ci, il se produit un large rayon parenchymateux. Il résulte de là que le bois secondaire se trouve partagé par ces deux rayons, qui restent les seuls, en deux masses distinctes. Cette organisation est celle de beaucoup de Cycadées actuelles. Le liber, comme celui de la tige, est formé de parenchyme et de tubes criblés, et plus en dehors on retrouve aussi la couche cellulaire renfermant les tubes à gomme, une zone subéreuse très épaisse, mais pas de traces d'épiderme. »

BOTANIQUE. — *Transformation d'une ramification fructifère issue de fécondation, en une végétation prothalliforme.* Note de M. SIRODOT, présentée par M. Duchartre.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les observations d'un phénomène morphologique qui me paraît intéresser la Physiologie générale.

» Dans le cours de mes longues recherches sur le développement des *Batrachospermum*, j'avais rencontré, il y a cinq ou six ans, une singulière anomalie affectant la ramification fructifère. Le fait isolé n'eût mérité qu'une simple mention; mais, après l'avoir retrouvé communément, au mois d'août 1880, dans une station où le *B. vagum* (Roth) fructifie exceptionnellement, il devenait indispensable d'analyser les circonstances dans lesquelles il se produit, d'autant plus qu'une observation superficielle en eût déduit une objection spécieuse contre la conclusion la plus importante de mon travail : la succession des formes asexuées et sexuées dans le développement des Batrachospermes.

» Dans les circonstances normales, la ramification fructifère issue de fécondation par un bourgeonnement multiple de la portion basilaire de l'organe femelle se présente sous l'aspect d'un glomérule compacte, dont les cellules terminales plus volumineuses sont des utricules ovoïdes ou piriformes dont l'enveloppe se rompt, à la maturité, pour mettre en liberté le contenu condensé en un corpuscule reproducteur unique, une *oospore*.

» Plusieurs générations de ces utricules oosporigènes se succèdent, trois ou quatre au plus, parce que, avant le complet développement du premier utricule, la cellule basilaire bourgeonne à son sommet pour donner une ou deux cellules qui se termineront aussi chacune par un utricule oosporigène. La répétition de ce bourgeonnement au sommet d'une nouvelle cellule portant un utricule donne à la ramification fructifère une disposition qui présente la plus grande analogie avec l'inflorescence connue sous le nom de *cyme contractée*.

» En général, après trois ou quatre générations d'utricules oosporigènes, tout bourgeonnement cesse, et la surface entière du glomérule est couronnée par les enveloppes vides des utricules.

» Dans l'anomalie observée communément, au mois d'août 1880, les dernières générations d'utricules oosporigènes, en tout ou en partie,

s'allongent, deviennent longuement piriformes et définitivement avortent, pendant qu'en même temps les cellules basilaires de ces utricules deviennent le point de départ de filaments articulés composés de cellules très irrégulières, et très irrégulièrement ramifiés.

» Cette nouvelle végétation présente alors une remarquable ressemblance avec le prothalle persistant des Batrachospermes vivaces. Dans ce groupe de Batrachospermes, le prothalle persistant émet, chaque année, de nouveaux axes dont le développement constitue la végétation annuelle. Or, dans la transformation de la ramification fructifère que je viens de décrire, on reconnaît également l'apparition de jeunes axes de Batrachospermes, et, lorsqu'ils ont acquis une certaine extension, le glomérule fructifère, de la même manière qu'un prothalle persistant, offre un nombre plus ou moins considérable de jeunes Batrachospermes. L'appareil végétatif du glomérule fructifère s'est donc transformé en une végétation qui présente tous les caractères d'un véritable prothalle.

» Dans l'anomalie observée, il y a cinq ou six ans, la ramification fructifère n'avait pas donné d'utricules oosporigènes; la transformation en prothalle avait précédé leur apparition.

» Après cette exposition très sommaire des faits observés, j'essayerai d'en donner une explication. Dans la fécondation, deux éléments particuliers de la puissance vitale se combinent et produisent une résultante dont l'action finale est la production de corpuscules reproducteurs d'oospores.

» Dans le cas particulier dont il s'agit, cette résultante produit deux effets d'abord consécutifs et plus tard simultanés : en premier lieu, le développement d'une ramification issue d'un bourgeonnement sur la région basilaire de l'organe femelle; en second lieu, la formation, aux sommets de cette ramification, des corpuscules reproducteurs, des oospores. On pourrait donc concevoir la résultante de la fécondation se dédoublant en deux forces, l'une végétative, l'autre essentiellement reproductrice : l'une produisant les cellules basilaires sur lesquelles se développent les utricules oosporigènes, l'autre ces mêmes utricules. Si ces deux forces s'épuisent en même temps, le glomérule fructifère offre sur toute la périphérie les sacs vides des utricules oosporigènes.

» Mais, si la force essentiellement reproductrice s'épuise avant la force végétative, les utricules oosporigènes avortent et la ramification, continuant son développement, se transforme en une végétation prothalliforme sur laquelle apparaissent de nouveaux axes de Batrachospermes.

» Si, dans le premier fait observé, les utricules oosporigènes ont fait défaut, on pourrait l'attribuer à une fécondation insuffisante.

» Il était indispensable de faire une étude attentive de ces anomalies, parce que l'apparition de jeunes Batrachospermes dans le glomérule fructifère pourrait faire croire qu'ils résultent directement de la germination d'oospores qui, après leur chute, se seraient engagées dans la ramification du glomérule. J'ai été assez heureux pour observer la germination dans ces conditions ; elle a donné la forme asexuée, le type connu sous le nom générique de *Chantransia*. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence de la lumière sur la respiration des semences pendant la germination.* Note de M. A. PAUCHON, présentée par M. Duchartre.

« Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie l'influence accélératrice exercée par la lumière sur l'absorption de l'oxygène pendant la germination. Une autre série d'expériences m'a permis de déterminer simultanément les quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé par des lots identiques de graines, germant à la lumière et à l'obscurité, et par conséquent les valeurs différentes que ces conditions donnent au rapport $\frac{CO^2}{O}$. Je me suis servi, pour cette étude, d'appareils très simples, analogues à ceux qui ont été employés pour ces dosages par M. Boussingault et plus récemment par M. P. Bert. Mes expériences ont eu lieu à la lumière diffuse et à l'obscurité, afin d'assurer l'identité de température ; elles ont porté sur deux graines de types opposés, l'une oléagineuse et albuminée, le Ricin, l'autre féculente et sans albumen, le Haricot. Enfin les conclusions suivantes sont basées sur les cas où l'unanimité de germination a été obtenue :

» 1° De même que dans les expériences précédentes, la quantité d'oxygène absorbé a été constamment plus considérable à la lumière qu'à l'obscurité ; mais ces nouvelles expériences ont eu lieu par une température moyenne plus élevée, ce qui explique peut-être que la différence dans les quantités d'oxygène absorbé à la lumière et à l'obscurité soit généralement moindre que dans la première série. Quant à la quantité d'acide carbonique exhalé, elle a été, pour les graines de Ricin, un peu plus grande à l'obscurité qu'à la lumière ; mais le résultat a été différent pour les graines de

Phaseolus multiflorus, d'où l'on pourrait conclure que l'influence de la lumière se traduit sur la germination du Ricin en augmentant l'absorption de l'oxygène et en diminuant l'exhalation d'acide carbonique. A ce point de vue spécial, les semences de *Phaseolus* ont été moins favorisées que celles du Ricin, bien que l'excès de la quantité d'acide carbonique exhalé par le lot placé à la lumière, comparativement à son congénère maintenu à l'obscurité, fût presque insignifiant.

» 2° A l'obscurité, le rapport $\frac{CO^2}{O}$ a été pour le Haricot supérieur d'au moins $\frac{1}{3}$ à celui qui a été constaté pour le Ricin. La durée de l'expérience me paraît influer sur le chiffre de ce rapport. Pour le Ricin, il atteint 0,58 dans une expérience suspendue au quatrième jour et il est égal à 0,77 pour une autre expérience qui n'a été arrêtée qu'après cinq jours. De même pour le Haricot, ce rapport est de 1,14 après quatre jours et de 1,03 après le sixième jour. En résumé, la prolongation de l'expérience tend à rendre la relation $\frac{CO^2}{O}$ égale à l'unité, quelle que soit d'ailleurs sa valeur primitive.

» 3° En comparant le rapport $\frac{CO^2}{O}$ dans une même expérience, j'ai constaté qu'il y a toujours en faveur de l'obscurité un avantage de $\frac{1}{4}$ environ dans la valeur de ce rapport, ou, en d'autres termes, que, pour une même quantité d'oxygène absorbé, la graine placée à l'obscurité exhale plus d'acide carbonique que celle qui est maintenue à la lumière; parfois même la quantité absolue d'acide carbonique exhalé à la lumière est inférieure à la quantité dégagée à l'obscurité. Enfin, tandis qu'à la lumière il y a toujours moins d'acide carbonique exhalé que d'oxygène absorbé, le contraire se produit à l'obscurité, où le chiffre de l'acide carbonique peut même dépasser celui de l'oxygène.

» 4° Ces faits expliquent la transformation de la légumine en asparagine. On sait, en effet, que l'asparagine, forme de transport des matières albuminoïdes de réserve dans la germination des Légumineuses, ne disparaît que dans les plantes exposées à la lumière et persiste dans celles qui sont élevées à l'obscurité. Or, les recherches de M. Pfeffer ont montré que l'asparagine est plus pauvre en carbone et en hydrogène et plus riche en oxygène que la légumine et les autres matières protéiques. On comprend que la transformation de la légumine en asparagine ne s'effectue qu'à la lumière, puisque cet agent accélère l'absorption de l'oxygène. Mais cette condition ne suffirait point et la formation de l'asparagine ne serait point assurée si le volume de l'acide carbonique exhalé n'était inférieur à celui

de l'oxygène absorbé. Il est très probable qu'une partie de l'oxygène disparu, qu'on ne retrouve pas à l'état d'acide carbonique, a été fixée par les principes albuminoïdes au moment où ils forment de l'asparagine, substance qui semble se former dans la plupart des graines en germination. Enfin l'ensemble de ces observations ne permet-il pas de penser que les graines des plantes sauvages qui germent à la lumière se trouvent, toutes autres circonstances égales d'ailleurs, dans de meilleures conditions d'organisation et de développement que celles des plantes cultivées, enterrées par la main de l'homme? »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Observations sur le rôle attribué au maïs, employé comme aliment, dans la production de la pellagre.* Extrait d'une Lettre de M. **Fua** à M. le Président. (Extrait.)

« La pellagre existe en Italie et aussi, dit-on, en Roumanie et en Grèce. Cependant, les chiffres mentionnés par rapport à l'Italie dans la Communication de M. Faye me paraissent exagérés, malgré leur caractère officiel; s'ils étaient exacts, tous les hôpitaux de la Lombardie et de la Vénétie ne suffiraient pas pour donner asile aux soixante-dix mille pellagreux dont il est question....

» La nourriture exclusive des pauvres, en Lombardie et en Vénétie, est le maïs à l'état de bouillie épaisse (la *polenta*), et certaines personnes ont été conduites à attribuer la pellagre à l'usage du maïs moisi, altéré (*maïs guasto* des Italiens). Le maïs sain serait, au contraire, à l'abri de tout soupçon.

» L'idée que la nourriture exclusive du maïs azyme pourrait exercer une influence fâcheuse, dans l'économie d'individus même débiles, me paraît être en contradiction avec les faits; car, partout où l'on fait usage de maïs, c'est toujours à l'état azyme qu'il est mangé, et hors des localités dont nous avons parlé il n'est point question d'accidents occasionnés par cette alimentation. Le maïs forme aujourd'hui le fond de la nourriture d'une grande partie de la population nègre du centre de l'Afrique, et aucun des célèbres voyageurs qui viennent de la parcourir ne signale la pellagre, dont il faut attribuer la présence à des causes locales. Le peuple napolitain, dont la nourriture consiste également en maïs, n'offre aucun exemple de pellagre. Il en est de même en Hongrie, où l'usage du maïs est général.

» Parmi les altérations du maïs, on a surtout signalé, comme jouant le

rôle principal dans la production de la pellagre, celle qui est produite par des champignons de la famille des Mucédinées ; c'est ce qu'on appelle vulgairement le verdet (*verderame* des Italiens). Ces parasites envahissent l'embryon du grain de maïs et lui enlèvent la faculté germinative. Il n'est pas douteux qu'ils ne donnent au maïs des propriétés malfaisantes; mais on n'est pas d'accord pour reconnaître qu'ils causent la pellagre proprement dite. J'ai trouvé, dans les grains de maïs ainsi altérés, le *Penicillium glaucum* et l'*Aspergillus glaucus*. Peut-être s'y trouve-t-il encore d'autres espèces botaniques....

» Une deuxième altération se produit lorsque le maïs est réduit à l'état de farine. La matière grasse qui existe en si grande abondance dans ces graines (8 à 10 pour 100), et qui leur donne leur supériorité sur les autres céréales, s'oxyde très facilement dans ces conditions et communique à la farine un goût détestable. Aussi, dans les pays où le maïs est d'un usage général, ne le livre-t-on à la mouture qu'au fur et à mesure des besoins de la consommation.

» On connaît une troisième altération du blé de Turquie, mais celle-ci n'a rien à faire avec celles qui nous occupent : c'est le charbon, *Ustilago Maydis*. Ce champignon attaque la plante vivante et la fait périr; il ne peut, dans aucun cas, entrer dans l'alimentation. Enfin, sa parfaite innocuité est aujourd'hui démontrée.

» .... Le maïs forme, à lui seul, un aliment complet. Le pain n'est point dans les mêmes conditions, et ne paraît pas pouvoir lui être substitué.

» .... Tout ce qu'on pourrait souhaiter pour enrayer la grave affection dont il s'agit, c'est qu'une surveillance rigoureuse fût exercée sur la vente des denrées alimentaires dans les campagnes et qu'on améliorât, autant que possible, les conditions hygiéniques générales des consommateurs. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 novembre 1880.

(suite.)

Les premiers hommes et les temps préhistoriques; par le marquis de Nadaillac. Paris, G. Masson, 1881; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Ch. Brongniart et Max. Cornu. *Observations nouvelles sur les épidémies sévissant sur les insectes. Diptères (Scatophaga) tués par un Champignon (Entomophthora).* Paris, Chaix, 1879; opuscule in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; t. IV, mars, avril, mai 1880. Paris, Gauthier-Villars, 1880; 3 livr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Les récréations scientifiques, ou l'enseignement par les jeux; par G. Tissandier. Paris, G. Masson, 1880; in-8° illustré.

La Physique moderne. Les principales applications de l'Électricité; par E. Hospitalier. Paris, G. Masson, 1880; in-8° illustré.

Traité de Pharmacie galénique; par A. Edme Bourgoin. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1880; in-8° relié.

Notes sur la résolution des équations numériques; par M. Laguerre. Paris, Gauthier-Villars, 1880; br. in-8°.

Etudes statistiques sur l'industrie de l'Alsace; par Ch. Grad. Colmar, E. Barth; Strasbourg, Noiriel, 1879-1880; 2 vol. in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Statistique, 1880.)

Observations made at the magnetical and meteorological Observatory at Batavia; vol. IV. Batavia, Government printing Office, 1879; in-4°.

Historical sketch of the progress of Pharmacy in Great Britain; by Jacob Bell *and* Th. Redwood. London, Pharmaceutical Society, 1880; in-8° relié.

Royal Irish Academy. Cunningham Memoirs. N° 1 : *On cubic transformations; by* John Casey. Dublin, 1880; in-4°.

Annali dei regi Istituti tecnico e nautico e della regia Scuola di costruzioni navali di Livorno; anno scolastico 1877-78, vol. VII. Livorno, G. Meucci, 1880; in-8°.

Atti della Societa toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Memorie; vol. IV, fasc. 2. Pisa, Nistri, 1880; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 NOVEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Dumas présente, au nom de MM. *Édouard* et *Jules Brongniart*, fils de M. Adolphe Brongniart, l'éminent et regretté doyen de la Section de Botanique, l'Ouvrage intitulé « Recherches sur les graines fossiles silicifiées des terrains d'Autun et de Saint-Etienne », auquel il avait consacré les dernières années de sa vie.

Les dessins destinés à cette publication avaient été préparés par M. Brongniart lui-même ou sous ses yeux. M. Cuisin les a traduits en vingt-quatre Planches d'une admirable perfection. L'Imprimerie nationale, de son côté, s'est fait un honneur de donner des soins exceptionnels à cette publication, à laquelle l'Académie avait voulu s'intéresser.

Le concours de MM. Grand'Eury et Renault, collaborateurs de M. Brongniart, a permis de mettre sous les yeux du public les résultats de ses profondes études. La description des Planches où ils sont consignés avait été arrêtée par M. Brongniart et renferme sa pensée précise au sujet de la signification des fossiles qu'il venait d'analyser et de décrire avec une ardeur juvénile, émerveillé de retrouver dans ces restes de la flore antique

les détails les plus délicats de l'organisation des plantes vivantes les plus parfaites.

L'Académie n'a point oublié comment, entraîné par cette ardeur, M. Brongniart avait été frappé d'une paralysie des muscles de l'œil, à la suite de trop longues séances consacrées à l'examen microscopique des tissus des graines fossiles, qui lui révélaient tant de nouveaux aperçus.

Elle n'a pas oublié non plus qu'après avoir découvert dans ces graines fossiles l'existence d'une disposition ignorée dans les graines des espèces vivantes, celle d'une chambre destinée à recevoir le pollen et dans laquelle, par une circonstance bien imprévue, les grains de pollen intacts se montrent encore, il fut conduit à rechercher ce détail dans les plantes actuelles. Les graines fossiles qui l'offraient lui avaient paru appartenir à la famille des Cycadées : il eut la satisfaction, à la fois, de confirmer cette attribution et de retrouver sur le vivant la chambre pollinique, en soumettant à une analyse exacte des graines de Cycadées fécondées dans les serres du Muséum.

Les résultats surprenants des dernières études de M. Adolphe Brongniart faisaient un devoir à ses fils d'en conserver les moindres détails; ils expliquent le soin pieux qu'ils ont mis à les publier en l'état et dans la forme que notre illustre confrère leur avait donnée.

M. le **Président**, en mettant ce bel Ouvrage sous les yeux de l'Académie et en lui assignant une place dans la bibliothèque de l'Institut, ajoute que les remercîments de la Compagnie seront adressés à MM. Édouard et Jules Brongniart.

OPTIQUE. — *Note relative à un Mémoire sur la vision des couleurs matérielles enmouvement de rotation, et des vitesses évaluées en chiffres au moyen de l'appareil du général Morin, dit* à plateau tournant, *pour l'observation des lois du mouvement;* par M. **Chevreul**.

« Malgré l'extrême désir que j'éprouve de présenter à l'Académie un dernier travail sur la vision des couleurs et d'exprimer ma gratitude à mon cher confrère, M. Tresca, du temps qu'il a bien voulu me donner pour déterminer, au moyen de l'appareil du général Morin, les vitesses respectives de rotation de mes *cercles complémentaires* dans les trois phases de leur mouvement, je me trouve dans l'impossibilité de faire cette Communication, car depuis quatre mois environ je suis réduit à un seul aide, main-

tenant loin de Paris, où l'a appelé un devoir de famille. Lundi dernier encore je pensais présenter aujourd'hui même des figures devenues indispensables à mes dernières recherches, dont, grâce à la découverte du *contraste rotatif*, fruit de mes derniers travaux, et à celle de la distinction du *noir absolu* d'avec le *noir matériel*, point de départ de mes travaux sur la vision des couleurs, je puis en formuler l'ensemble en quelques principes.

» C'est avec la conviction que je ne me fais pas d'illusion sur l'exactitude de mes interprétations, que je tiens à mettre sous les yeux de l'Académie des figures concernant le *contraste rotatif* et les contrastes *simultanés de couleurs*, propres à mettre un terme aux opinions erronées que bien des gens se font de mes travaux sur la vision. Qu'on me permette d'ajouter que la Suède, dans ces derniers temps, a fait une obligation, aux personnes désireuses d'entrer dans la marine royale ou d'appartenir à l'administration des chemins de fer, d'être porteuses d'un certificat officiel attestant qu'elles voient bien les couleurs.

» Si des recherches sur la vision des couleurs, continuées pendant cinquante-six ans, peuvent justifier quelque espérance de ma part, c'est la pensée qu'elles pourront avoir de l'importance au point de vue de la sécurité publique, en présentant, dans le *joujou* que j'ai appelé *pirouettes complémentaires*, un moyen que des juges éclairés pourront consulter avec utilité, j'aime à le croire, lorsqu'il s'agira d'apprécier le langage des couleurs, soit qu'il s'agisse de pavillons de phares, soit de drapeaux-signaux dans les chemins de fer, chez ceux qui s'en servent ou doivent s'en servir. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation spontanée du mercure et des métaux*; par M. BERTHELOT.

« 1. C'est une opinion fort répandue parmi les chimistes et les physiciens que le mercure dissout l'oxygène de l'air et s'oxyde peu à peu, dès la température ordinaire; on citait même autrefois à l'appui une expérience de Boerhaave sur l'extinction du mercure, dans un flacon fixé à une roue de moulin. La pellicule, sans cesse régénérée, que l'on observe à la surface des cuves de mercure peut être également rappelée. Toutefois, ces preuves n'ont pas paru décisives à d'autres savants : la présence de traces de métaux plus oxydables et autres substances pouvant expliquer la formation lente de certains oxydes, étrangers au mercure, et qui en détermi-

neraient l'émulsionnement; la présence même de l'oxyde de mercure n'a jamais été démontrée dans cette circonstance.

» Des recherches d'une autre nature ayant appelé mon attention sur cette question, j'ai fait diverses expériences pour préciser les conditions dans lesquelles le mercure s'oxyde, soit à l'état de pureté, soit en présence des acides et des métaux alcalins, ainsi que la nature du produit de son oxydation.

» 2. Du mercure parfaitement pur et sec a été extrait d'une fontaine à mercure, construite suivant le modèle usité à l'École Normale et au Collège de France [1], puis on l'a placé dans une cuvette de porcelaine rectangulaire, de façon à offrir une surface de 500^{cq} environ. Le métal ne faisait pas la queue, et un gros tube de verre promené à sa surface ne lui enlevait rien et n'était pas sali. On a recouvert la cuve avec une feuille de papier repliée sur les bords, pour éviter la poussière, et on l'a déposée dans une pièce servant de bibliothèque, à l'abri des vapeurs du laboratoire. Après vingt-quatre heures, à une température voisine de 10°, le métal était intact et n'abandonnait aucune pellicule au tube de verre; après quarante-huit heures, le métal commençait à céder au tube de verre une légère pellicule, et, à partir de ce moment, la formation de la pellicule, enlevée chaque jour, s'est renouvelée continuellement. En même temps, il s'est produit sur les parois de la cuvette, au niveau de la surface métallique, un enduit noirâtre.

» La pellicule ainsi enlevée a été détachée du tube [2] et placée dans un petit verre, et l'on a répété l'expérience, de façon à obtenir des produits représentant une surface d'un demi-mètre carré environ. Cela fait, on a fait écouler le mercure, qui s'était rassemblé en un gros globule dans le verre. Il est resté une poudre noirâtre, en très petite quantité. On a jeté sur

---

(1) C'est un grand flacon de verre, dans lequel on introduit, à l'aide d'un entonnoir effilé, le mercure tiré directement des potiches d'origine ou purifié d'abord par l'acide azotique et la distillation. On verse à la surface du métal une couche épaisse d'acide sulfurique concentré, qui le dessèche, enlève les oxydes et arrête les poussières. Après un séjour de quelques semaines, on extrait le mercure par un robinet de verre, placé à la partie inférieure du flacon. La douille du robinet contient un cylindre de potasse, et la pointe en est effilée, de façon que l'écoulement ait lieu par un tube capillaire.

(2) On peut encore mouiller la pellicule, sur le tube même, avec une goutte épandue d'acide chlorhydrique; puis entraîner l'acide et le mercure en projetant dessus un peu d'eau distillée : ce tour de main entraîne moins de pertes sur le protoxyde de mercure.

cette poudre deux gouttes d'acide chlorhydrique pur et concentré, on a secoué pendant quelques secondes, puis on a ajouté environ 1^{cc} d'eau distillée. L'eau est devenue louche, par suite de la mise en suspension d'une poudre blanche de protochlorure de mercure. L'addition d'une goutte d'ammoniaque a changé ce précipité en un composé noir caractéristique, lequel a été décoloré par l'acide chlorhydrique, puis reprécipité, sous forme de sulfure noir de mercure, par une goutte d'hydrogène sulfuré. Cette triple suite de réactions ne permet guère, je crois, de révoquer en doute la présence du protoxyde de mercure dans la pellicule formée peu à peu au contact du mercure pur et de l'air. La proportion en est d'ailleurs très faible : je doute que la pellicule recueillie sur une surface d'un mètre carré renferme plus de 1^{mgr} à 2^{mgr} d'oxyde; dose cependant suffisante pour entraîner dans la pellicule un poids de mercure s'élevant à plusieurs grammes. Cette expérience peut être reproduite indéfiniment, au moyen des pellicules régénérées chaque jour à la surface du mercure pur exposé à l'air.

» 3. L'expérience précédente ayant été faite au contact de l'atmosphère, c'est-à-dire en présence d'un volume d'air illimité, on peut se demander si l'oxydation du mercure ne serait pas provoquée par quelque trace de matière étrangère, contenue dans un grand volume d'air. La réponse à cette objection est facile. En effet, l'oxydation lente du mercure pur s'effectue également dans les flacons de verre proprement dit, où l'on conserve ce métal. Je possède deux échantillons de mercure, préparés dans un but spécial et purifiés, il y a quelques années, avec un soin particulier et par les méthodes les plus parfaites ; ils ont été conservés dans des flacons bouchés à l'émeri, contenant un cinquième environ de leur volume d'air. Or, dans l'un et l'autre flacon, le mercure est devenu terne et légèrement adhérent à la surface du verre; il s'est formé une pellicule noire au contact du flacon et du métal, c'est-à-dire qu'il y a eu oxydation, même en présence d'un volume d'air limité et peu ou point renouvelé.

» Mon savant ami, M. H. Sainte-Claire Deville, ayant bien voulu visiter avec moi des flacons contenant le mercure purifié pour les expériences qu'il a fait connaître il y a quelque temps à l'Académie et conservé dans la même pièce que ses balances de précision, nous avons reconnu qu'il s'était également formé dans ces flacons, au contact du verre et du métal, l'enduit caractéristique.

» J'ai encore consulté sur ce point M. Alvergniat, l'habile constructeur de nos pompes à mercure. Il a consenti à me céder 1200^{gr} de mercure très pur, extrait directement des potiches de fer d'origine, filtré à plusieurs reprises, purifié, tel enfin qu'il s'en sert pour la construction des ther-

momètres, des pompes et des baromètres. Ce métal, purifié depuis quelques jours à peine, laissait cependant un enduit à la surface d'un entonnoir de verre effilé, au travers duquel je l'ai filtré; j'ai pu déceler dans cet enduit une trace de protoxyde de mercure. Quel que soit le nombre des filtrations, cet enduit s'observe toujours, d'après M. Alvergniat : c'est, à mes yeux, un indice de l'oxydation incessante du mercure pur.

» 4. Il résulte de ces faits que le mercure, de même que le fer, le zinc, le cadmium, le plomb, le cuivre, l'étain, éprouve, au contact de l'air, une oxydation superficielle, très légère d'ailleurs, et limitée par la difficulté du renouvellement des surfaces, et par l'absence de contact qui résulte de l'oxydation commencée. Elle suffit pour former un voile, qui ternit le métal et qui le protège, lorsqu'il est solide, contre une altération ultérieure. Pour que l'oxydation continue, il faut que ce voile se détache continuellement, comme il arrive pour la rouille du fer, formée dans l'air humide, ou pour l'hydrocarbonate de plomb, formé dans l'eau distillée, ou bien enfin pour le mercure, en raison de sa liquidité.

» 5. Cette oxydabilité s'accorde avec les données thermiques. En effet, l'oxydation du fer dégage par équivalent d'oxygène fixé : $+31^{Cal},9$ (rouille); celle de l'étain : $+34^{Cal},9$; celle du cadmium : $+33^{Cal},2$; celle du zinc : $+41^{Cal},8$, celle du plomb : $+26^{Cal},7$; celle du cuivre : $+21^{Cal},0$ (protoxyde); celle du mercure enfin : $+21^{Cal},1$ (protoxyde). Bien que toute réaction exothermique ne s'accomplisse pas d'elle-même d'une manière nécessaire, cependant les nombres précédents mettent en évidence la possibilité d'une oxydation spontanée des métaux. En fait, tous les métaux précédents se ternissent à l'air.

» L'oxydation n'est cependant pas appréciable pour les métaux dont la chaleur d'oxydation est très faible, tels que l'argent ([1]), par exemple : ce métal dégageant seulement $+3^{Cal},5$, c'est-à-dire un chiffre qui ne doit guère s'écarter de la chaleur dégagée par le changement d'état physique de l'oxygène devenant solide. C'est là d'ailleurs un résultat fréquemment observé dans la comparaison d'une même réaction, opérée sur une série de corps analogues : il arrive souvent que la réaction ne commence d'elle-même qu'à partir des corps qui dégagent une quantité de chaleur notable, comme s'il y avait une certaine résistance à surmonter, un certain travail préliminaire à accomplir pour déterminer les réactions.

» Mais aussi, et c'est là une conséquence nouvelle de la théorie ther-

---

([1]) On sait que ce métal jaunit cependant à l'air libre : ce qu'on attribue à la sulfuration.
([2]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 6, 455, 536, etc.

mique que nous allons vérifier, la réaction deviendra plus prompte, plus facile, et même immédiate, si l'on fait intervenir un agent auxiliaire capable de se combiner, avec dégagement de chaleur, au corps qui doit prendre naissance : de telle façon que l'énergie totale mise en jeu dans le phénomène devienne plus considérable. Les faits attribués autrefois à l'*affinité* dite *prédisposante* rentrent dans cette interprétation, comme je l'ai montré depuis 1865 (¹).

» L'altération du mercure et surtout celle de l'argent par l'oxygène de l'air, avec le concours des acides, fournissent des applications frappantes de ces principes thermochimiques. En effet, il suffit de placer le mercure pur dans un flacon, avec du gaz chlorhydrique renfermant un peu d'air, pour que la surface du flacon se trouve tapissée, au bout de quelques mois, par un enduit blanc de protochlorure de mercure. Le gaz chlorhydrique pur, au contraire, n'agit pas sur le mercure à la température ordinaire, mais seulement au rouge, et d'une façon incomplète (²). A froid, c'est l'oxygène de l'air qui intervient, avec formation de protochlorure et d'eau :

$$Hg^2 + HCl \text{ gaz} + O = Hg^2Cl + HO \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +53,4$$

réaction plus efficace que celle de l'oxygène pur sur le mercure, parce qu'elle fait intervenir en plus la chaleur dégagée par l'union du protoxyde de mercure et de l'acide chlorhydrique.

» L'acide chlorhydrique concentré lui-même attaque le mercure au contact de l'air. Cette attaque est nulle, c'est-à-dire inférieure à toute limite sensible, au bout d'une ou deux minutes; mais, si l'on attend quelques heures, il se forme une dose très appréciable de protochlorure, que l'on reconnaît en étendant d'eau et traitant par l'ammoniaque ou par l'hydrogène sulfuré.

» Dans cette circonstance, on pourrait encore expliquer la réaction en admettant que le mercure s'oxyde d'abord, puis que le protoxyde se change en protochlorure. La reproduction incessante des deux réactions accélérerait la chloruration du mercure, à peu près comme la présence d'un acide, même fixe, met en évidence la combinaison de l'azote et de l'hydrogène sous l'influence de l'étincelle électrique. Mais cette explication ne paraît pas applicable à l'argent.

(¹) Voir *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 454.
(²) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 525.

» L'argent, en effet, se comporte de même que le mercure. Tandis que l'argent ne paraît pas oxydable par l'oxygène libre, on sait qu'il forme au contraire une dose appréciable de chlorure, au contact simultané de l'air et de l'acide chlorhydrique gazeux ou concentré.

» Or, l'oxydation directe de l'argent dégagerait seulement $+ 3^{Cal},5$, tandis que sa chloruration, effectuée avec le concours de l'air,

$Ag + HCl$ gaz $+ O = AgCl + HO$ liquide, dégage .... $+ 41,7$

» L'acide acétique paraît agir de la même manière. On sait encore, et les observations de l'économie domestique confirment, que l'attaque de l'argent, au contact de l'air, a lieu sous l'influence du chlorure de sodium humide, lequel forme de la soude et du chlorure d'argent, avec un dégagement de chaleur très supérieur à celui qui résulterait d'une oxydation directe :

$Ag + NaCl$ dissous $+ O = NaO$ étendue $+ AgCl$, dégage ...... $+ 10,6$

» Avec le cuivre et l'acide chlorhydrique, au contact de l'air, l'attaque est si rapide, que l'acide verdit presque instantanément : circonstance dans laquelle la dissolution de l'oxyde de cuivre dans l'acide accélère le phénomène, à la fois en mettant à nu la surface du métal et en augmentant la chaleur totale dégagée dans la réaction.

$Cu + HCl$ dissous $+ O = CuCl$ étendu $+ HO$, dégage .... $+ 26,5$

» La préparation de la céruse et du verdet, au moyen du plomb et du cuivre métallique, avec le concours de l'air et des acides, repose sur des principes thermochimiques analogues.

» Entre le mercure pur et l'acide sulfhydrique gazeux ou dissous, il n'y a pas d'action à froid. Mais, si l'air intervient, il se forme rapidement du sulfure de mercure. Ici, c'est l'hydrogène sulfuré qui est attaqué d'abord par l'oxygène, avec précipitation de soufre très divisé, lequel agit aussitôt sur le métal : ce mécanisme, un peu différent du précédent, se retrouve aussi vis-à-vis de l'argent et d'autres métaux : il repose toujours sur une suite de réactions exothermiques.

» On voit par là comment l'oxydation des métaux par l'oxygène de l'air, oxydation lente dans les conditions ordinaires, et si peu appréciable qu'elle ne s'oppose pas à l'emploi d'un grand nombre d'entre eux dans l'économie domestique, n'en est pas moins un fait très général, activé par l'intervention des acides (1), et qui confirme les règles de la Mécanique chimique. »

(1) Les alcalis eux-mêmes activent souvent l'oxydation des métaux, en raison des composés

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur la propagation de la lumière.* Mémoire de M. **Gouy**, présenté par M. Desains. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Desains, Fizeau.)

« Ce Mémoire a pour objet l'étude théorique de la propagation de la lumière, dans les circonstances où la source de lumière et les divers corps dont on a à tenir compte, écrans, miroirs ou milieux transparents, se déplacent les uns par rapport aux autres, ou varient d'une manière quelconque. Je me suis proposé principalement de rechercher quelles relations existent entre la *vitesse de la lumière*, telle qu'on la mesure par les méthodes directes, et les autres éléments du mouvement lumineux.

» Dans cette première Partie, nous n'examinerons que le cas où les rayons gardent une direction constante, mais varient d'intensité, soit que la source elle-même éprouve des variations, soit qu'elle se trouve éclipsée par un écran mobile. Ce cas comprend, comme on le voit, la méthode de Roemer pour la mesure de la vitesse de la lumière, celle de M. Fizeau, et les observations d'Arago sur les étoiles variables. Nous laissons de côté, pour le moment, la méthode de Foucault, l'aberration, et ce qui s'y rattache.

» Cette question a été l'objet d'un petit nombre de recherches théoriques.

---

spéciaux qu'ils forment avec les oxydes métalliques, non sans dégagement de chaleur. Le fait est bien connu pour le zinc et l'aluminium, et c'est probablement par la formation temporaire de quelque combinaison analogue, soit à froid, soit à la température développée au moment de l'amalgamation, que sont explicables les observations suivantes. Les amalgames solides de sodium et de potassium renfermant 5 pour 100 de métal alcalin, par exemple, laissent un dépôt insoluble à la surface du mercure régénéré, lorsqu'on les traite par l'eau ou par les acides. Si l'on opère peu à peu, en évitant toute élévation notable de température, susceptible de déterminer une réduction de l'oxyde par l'hydrogène, on observe que le dépôt est formé par du bioxyde de mercure mélangé d'un peu de protoxyde, avec l'amalgame de potassium altéré par l'action de l'eau ; tandis qu'il est constitué par du protoxyde de mercure, renfermant un peu de bioxyde, avec l'amalgame de sodium. Si l'attaque de l'amalgame a lieu par l'acide chlorhydrique étendu, on obtient surtout du bichlorure dissous, avec le potassium, et du protochlorure en suspension, avec le sodium. La présence de ces oxydes différents communique des nuances superficielles différentes aux deux amalgames, le premier étant jaunâtre, le second noirâtre.

Cauchy a exprimé par une intégrale sextuple le mouvement correspondant à un état initial donné dans un milieu quelconque; mais cette formule n'a été discutée que dans le cas simple où, les équations différentielles du mouvement vibratoire étant homogènes du second ordre, le milieu est dépourvu de dispersion, et peut-être serait-il difficile d'en faire usage dans les autres cas. Quoi qu'il en soit, cette discussion n'a pas été faite, et l'on n'a pas déterminé de quelle manière s'effectue, en général, la propagation de la lumière. Malgré cette lacune, on paraît admettre généralement que, pour chaque espèce de lumière homogène, la propagation s'effectue partout de la même manière que dans les milieux dépourvus de dispersion, c'est-à-dire avec une vitesse bien déterminée et toujours égale au rapport $\frac{\lambda}{T}$ de la longueur d'onde à la période vibratoire; mais cet énoncé, qui paraît d'abord presque évident, ne résiste pas à l'examen.

» Considérons, pour fixer les idées, un mouvement se propageant par ondes planes dans un milieu isotrope transparent, et supposons les vibrations rectilignes et de direction constante. Soient x la distance d'une molécule quelconque à un plan invariable parallèle aux ondes et situé du côté d'où vient la lumière, η le déplacement de cette molécule en grandeur et en signe. L'équation d'un mouvement simple sera

$$(1) \qquad \eta = a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right),$$

l'amplitude a étant une constante ou une fonction de x et de t. Quoi qu'il en soit, une onde quelconque se transportera avec la vitesse $\frac{\lambda}{T}$; dès lors, il semble naturel d'admettre que chaque onde emporte avec elle son amplitude, en sorte que l'amplitude se transporterait aussi avec la vitesse $\frac{\lambda}{T}$ et la fonction a serait de la forme $f\left(x - \frac{\lambda}{T}t\right)$.

» Mais cette conservation de l'amplitude individuelle de chaque onde plane ne paraît naturelle que parce qu'elle a lieu en effet dans les mouvements vibratoires les mieux étudiés, où les équations différentielles se réduisent aux termes du second ordre. Elle n'a pas lieu dans les autres cas, et chaque onde se propage en général en variant d'amplitude, en sorte que la vitesse des ondes et la vitesse avec laquelle se transporte l'amplitude sont deux quantités différentes. On peut en donner un exemple bien simple.

» Au mouvement (1), où nous regardons a comme une constante, joignons un autre mouvement de même nature, où T et λ deviendront T′ et λ'. Ce mouvement et le mouvement (1) seront possibles si, dans chacun d'eux, la longueur d'onde et la période satisfont à une certaine équation de condition. Le mouvement résultant sera également possible, en vertu du principe de la superposition des petits mouvements.

» En posant

$$\frac{2}{l} = \frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}, \qquad \frac{2}{\theta} = \frac{1}{T'} + \frac{1}{T},$$

$$2k = \frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}, \quad 2Vk = \frac{1}{T'} - \frac{1}{T},$$

son équation peut s'écrire

$$(2) \qquad \eta = 2a \cos 2\pi k(x - Vt) \sin 2\pi \left(\frac{t}{\theta} - \frac{x}{l}\right).$$

Si T′ est très voisin de T, le facteur $2a \cos 2\pi k(x - Vt)$ varie très lentement par rapport à θ et à l; il exprime l'amplitude du mouvement vibratoire (2), dont la période θ et la longueur d'onde l sont sensiblement égales à T et à λ. Cette amplitude est représentée à chaque instant par une sinusoïde qui se transporte avec la vitesse V, dont l'expression peut s'écrire

$$(3) \qquad V = \frac{d\frac{1}{T}}{d\frac{1}{\lambda}} = \frac{\lambda}{T} - \lambda \frac{d\frac{\lambda}{T}}{d\lambda}.$$

» Ainsi, si le milieu est doué de dispersion, l'amplitude se transporte avec une vitesse qui n'est pas celle des ondes. Chacune des ondes, en marchant dans l'espace, varie périodiquement d'amplitude et s'éteint en des instants et en des points faciles à déterminer. Rien de tout cela n'aurait lieu si le milieu était dépourvu de dispersion, et cet exemple suffit à montrer la nécessité de ne pas se borner à de tels milieux, et de traiter la question à un point de vue plus général.

» Après avoir examiné quelques mouvements simples et compatibles avec la constitution d'un milieu isotrope, nous nous occupons des formules générales. La discussion des résultats montre qu'il n'y a pas, pour une source homogène donnée, une *vitesse de la lumière* déterminée, et indépendante de la manière dont on fait varier l'amplitude. Mais, dans toute expérience réalisable, cette variation s'effectue d'une manière graduelle et très lente par rapport à la période vibratoire; dans ce cas, les formules

se simplifient et l'amplitude se transporte comme dans un milieu non dispersif, mais avec la vitesse (3). C'est donc la valeur du coefficient que les physiciens nomment *vitesse de la lumière*.

» Il en résulte que l'indice de réfraction, qui dépend de la vitesse des ondes, est lié à la vitesse de la lumière par une relation facile à établir, qui se réduit à la relation connue si l'on néglige la dispersion. »

M. E. West adresse deux Notes faisant suite à ses Communications précédentes et portant pour titre « Sur les équations algébriques; examen de la méthode de Wronski ».

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. Michel adresse une Note relative à la transformation qu'a subie l'état sanitaire de la ville de Chaumont, par le changement des eaux servant à l'alimentation.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *P. Bert*, intitulé « Leçons de Zoologie professées à la Sorbonne (Enseignement secondaire des jeunes filles). Anatomie, Physiologie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires à coefficients périodiques.* Note de M. G. Floquet, présentée par M. Hermite.

« Dans une Note récente, j'ai établi qu'une équation différentielle linéaire homogène $P = 0$, à coefficients simplement périodiques, de période ω, admet un système fondamental d'intégrales se partageant en groupes de la forme suivante,

$$(1)\quad \begin{cases} F_1(x) = e^{rx}\ \varphi_{11}(x), \\ F_2(x) = e^{rx}[\varphi_{21}(x) + x\,\varphi_{22}(x)], \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ F_\lambda(x) = e^{rx}[\varphi_{\lambda,1}(x) + x\,\varphi_{\lambda,2}(x) + \ldots + x^{\lambda-1}\,\varphi_{\lambda,\lambda}(x)], \end{cases}$$

où les φ désignent des fonctions de période ω.

» Je vais montrer que chacun de ces groupes peut se remplacer par un autre de même forme, mais plus simple, en ce sens que, dans ce nouveau groupe, chaque solution se déduit de la dernière par simple déviation.

» Je démontrerai dans ce but la proposition suivante :

» *Si l'expression*

$$f(x) = e^{\rho x}[\psi_0(x) + x\,\psi_1(x) + x^2\,\psi_2(x) + \ldots + x^\nu\,\psi_\nu(x)]$$

est une intégrale de l'équation $P = 0$, *les* ψ *désignant des fonctions de période* ω, *il en sera de même des* ν *premières dérivées de cette intégrale, prises en considérant* $e^{\rho x}$ *et les* $\psi(x)$ *comme des constantes.*

» Représentons, en effet, ces ν dérivées successives par les notations $\frac{df}{dx}, \frac{d^2f}{dx^2}, \ldots, \frac{d^\nu f}{dx}$. Puisque $f(x)$ est solution, $f(x+n\omega)$ l'est aussi, et il en est de même de

$$e^{-n\omega\rho} f(x+n\omega) = e^{\rho x}[\psi_0(x) + (x+n\omega)\,\psi_1(x) + (x+n\omega)^2\,\psi_2(x) + \ldots + (x+n\omega)^\nu\,\psi_\nu(x)],$$

quel que soit le nombre entier n. Or on a évidemment

$$e^{-n\omega\rho} f(x+n\omega) = f(x) + \frac{n\omega}{1}\frac{df}{dx} + \frac{(n\omega)^2}{1.2}\frac{d^2f}{dx^2} + \cdots + \frac{(n\omega)^\nu}{1.2\ldots\nu}\frac{d^\nu f}{dx^\nu},$$

et, cette expression satisfaisant à $P=0$ pour une infinité de valeurs de $n\omega$, les dérivées $\frac{df}{dx}, \frac{d^2f}{dx^2}, \ldots, \frac{d^\nu f}{dx^\nu}$ sont donc nécessairement des intégrales.

» Il résulte de ce théorème que $\frac{dF_\lambda}{dx}, \frac{d^2F_\lambda}{dx^2}, \ldots, \frac{d^\nu F_\lambda}{dx}$ sont des intégrales. D'autre part, on peut, dans le groupe (1), sans altérer sa forme ni ses propriétés, remplacer chacune des fonctions $F_1, F_2, \ldots, F_{\lambda-i}$ par une combinaison linéaire de cette fonction et de celles dont l'indice est moindre. Or, on établit sans peine que $\frac{d^iF_\lambda}{dx^i}$ est une combinaison linéaire de $F_1, F_2, \ldots, F_{\lambda-i}$. On peut donc substituer au groupe (1) le groupe plus simple

$$\frac{d^{\lambda-1}F_\lambda}{dx^{\lambda-1}}, \frac{d^{\lambda-2}F_\lambda}{dx^{\lambda-2}}, \ldots, \frac{d^2F_\lambda}{dx^2}, \frac{dF_\lambda}{dx}, F_\lambda.$$

» Je me propose d'indiquer prochainement comment ces considérations permettent d'obtenir la forme générale des intégrales d'une équation à coefficients doublement périodiques. Une pareille équation, aux périodes ω et ω', admet un système fondamental d'intégrales se partageant en groupes

de la forme (1), où les fonctions φ possèdent la période ω et sont en outre telles que l'on ait

$$\varphi_{m,m}(x+\omega')=k\,\varphi_{m,m}(x) \quad \text{ou} \quad \varphi_{m,n}(x+\omega')=k\,\varphi_{m,n}(x)+\sum_{i=n+1}^{i=m} C_{m,n,i}\,\varphi_{m,i}(x),$$

la constante k étant la même pour tous les φ d'un même groupe. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle propriété électrique du sélénium et sur l'existence des courants tribo-électriques proprement dits.* Note de M. R. BLONDLOT, présentée par M. Jamin.

« J'ai observé une propriété électrique nouvelle du sélénium, laquelle est mise en évidence par l'expérience suivante. A l'un des pôles d'un électromètre capillaire, on attache, au moyen d'un fil de platine, un fragment de sélénium recuit; à l'autre pôle, une lame de platine. Si l'on amène, en le tenant par un manche isolant, le sélénium au contact avec le platine, l'électromètre reste au zéro, comme on pouvait s'y attendre à cause de la symétrie du circuit; mais vient-on à frotter le sélénium contre la surface du métal, aussitôt l'électromètre est fortement dévié : on atteint facilement une déviation égale à celle que produirait un élément à sulfate de cuivre.

» J'ai constaté que, ni le frottement de deux métaux l'un contre l'autre, ni celui d'un corps isolant contre un métal, ni, bien entendu, celui de deux corps isolants, ne peut produire de charge de l'électromètre capillaire.

» Le courant produit par le frottement du sélénium est dirigé, à travers l'électromètre, du sélénium non frotté au sélénium frotté. On peut s'assurer que le courant thermo-électrique, obtenu en chauffant le contact sélénium-platine, va du sélénium chaud au sélénium froid dans le circuit extérieur; par conséquent, le dégagement d'électricité que j'ai observé ne peut être attribué à la chaleur qui accompagne le frottement.

» Ce dernier point est important au point de vue théorique. Les courants que M. Becquerel a obtenus en frottant l'une contre l'autre deux plaques de métal reliées aux pôles d'un galvanomètre sont toujours, comme M. Becquerel l'a constaté, de même sens que ceux qu'on produirait en chauffant la surface du frottement [1]. M. Gaugain [2] a cru pouvoir

---

[1] BECQUEREL, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXXVIII, p. 113; 1828.

[2] GAUGAIN, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. V, p. 31; 1865.

affirmer que ces courants étaient dus à l'échauffement produit par la friction, indépendamment de tout effet direct de celle-ci. M. G. Wiedemann partage la même opinion ([1]). Or l'expérience que j'ai faite montre que, dans le cas du sélénium, l'effet direct du frottement existe certainement; il est extrêmement probable qu'il en est de même dans le cas de deux métaux, comme l'avait présumé M. Becquerel.

» L'électromètre de M. Lippmann joue, dans l'expérience qui fait le sujet de cette Note, le rôle d'un galvanomètre d'une sensibilité très grande et indépendante de la résistance du circuit. Il n'y a pas ici équilibre entre la force électromotrice du ménisque de l'électromètre et celle de la source, à cause du peu d'électricité produite par cette dernière; la petite quantité d'électricité à haute tension produite par le frottement se communique au ménisque et, vu la grande capacité de celui-ci, n'en élève que fort peu la différence électrique.

» Ce dernier fait explique une particularité remarquable que j'ai observée: si, après avoir obtenu par le frottement une déviation électrométrique, on cesse de frotter, la déviation persiste; cela provient de ce que le sélénium, qui avait laissé passer l'électricité à haute tension due au frottement, oppose une résistance que ne peut supporter la faible polarisation du mercure de l'électromètre.

» Le choc et même la pression produisent le même effet que le frottement, quoique d'une manière moins marquée. »

CHIMIE. — *Action du phosphore sur les acides iodhydrique et bromhydrique.* Note de M. ALB. DAMOISEAU, présentée par M. Berthelot.

« On sait que le phosphore, chauffé à 160° avec une solution d'acide iodhydrique, donne de l'iodure de phosphonium. Le mécanisme de cette réaction, signalée par M. Oppenheim ([2]), est resté jusqu'ici assez obscur; les faits que je vais exposer fournissent des renseignements précis à son égard. D'ailleurs, ces faits, comme j'ai pu le constater, ne sont pas particuliers à l'acide iodhydrique; l'acide bromhydrique donne lieu à des phénomènes analogues.

» I. *Acide iodhydrique.* — Si l'on fait passer sur du phosphore blanc un

---

([1]) *Galvanismus*, t. I, § 168.

([2]) OPPENHEIM, *Bulletin de la Société de Chimie*, 2e série, t. I, p. 163.

courant de gaz iodhydrique, le phosphore ne tarde pas à fondre, après s'être recouvert d'une couche rougeâtre de biiodure de phosphore, tandis qu'il se sublime des cristaux réfringents d'iodure de phosphonium. La réaction étant des plus nettes, on peut faire absorber complètement le gaz iodhydrique par le phosphore. La chaleur dégagée transforme en phosphore rouge une petite proportion du phosphore employé; le reste se change dans les deux composés indiqués. Cette réaction de l'acide iodhydrique sur le phosphore blanc, en l'absence de l'eau, peut être représentée par l'équation suivante :

$$5\,Ph + 8HI = 2\,PhH^4I + 3\,PhI^2.$$

» La même expérience, faite avec du phosphore rouge froid ou même maintenu à 100°, ne donne qu'un peu d'iodure de phosphonium. Ce dernier prend naissance vraisemblablement aux dépens du phosphore blanc qui souille le phosphore rouge, car sa production ne tarde pas à s'arrêter.

» Si l'on introduit, à la température ordinaire, quelques fragments de phosphore blanc dans une solution concentrée d'acide iodhydrique, la même réaction s'effectue, mais moins rapidement. Après quelques heures, la liqueur contient un mélange de cristaux rouges d'iodure de phosphore et de cristaux incolores d'iodure de phosphonium. Le biiodure de phosphore ainsi que l'iodure de phosphonium, qui tous deux sont décomposés par l'eau, restent, en effet, inattaqués dans une solution d'acide iodhydrique relativement éloignée du point de saturation.

» Si l'on ajoute à l'acide iodhydrique un excès de phosphore, la quantité d'hydracide enlevé à la liqueur étant bientôt considérable, l'eau intervient et la réaction se modifie. Le biiodure de phosphore, en présence de l'eau, se décompose, et donne de l'acide phosphoreux et de l'acide iodhydrique. Ce dernier réagit sur le phosphore, pour produire de l'iodure de phosphonium et de l'iodure de phosphore qui est aussitôt décomposé, de telle sorte que PhI^2 disparaît, et les sels produits de la réaction sont l'acide phosphoreux et l'iodure de phosphonium. Dans ces conditions, les phénomènes observés seraient donc représentés par l'équation suivante :

$$2\,Ph + HI + 3\,H^2O^2 = PhH^4I + PhH^3O^6.$$

» L'hydrate d'acide iodhydrique à 3^{mol} d'eau se trouve donc absorbé intégralement par cette réaction. Mais, la composition de la solution saturée d'acide iodhydrique correspondant à une quantité d'eau supérieure

($3^{mol}, 5$), la proportion d'eau dans le mélange s'accroît rapidement et la réaction est limitée par la décomposition de l'iodure de phosphonium.

» Cela explique comment la formule donnée antérieurement par M. Baeyer, pour exprimer la formation de l'iodure de phosphonium par l'action de l'eau sur le biiodure de phosphore en présence du phosphore en excès, est d'une complication assez grande; elle représente en effet, non pas une réaction, mais plutôt une série de réactions, aboutissant à un équilibre dans lequel figurent simultanément et les réactifs et les produits formés.

» Un fait vient d'ailleurs à l'appui de cette manière de voir. En faisant passer dans la liqueur une quantité convenable de gaz iodhydrique, ou même en introduisant un peu d'iode et de phosphore, la production de l'iodure de phosphonium recommence, et le tout se prend bientôt en une masse solide d'acide phosphoreux et d'iodure de phosphonium cristallisés.

» On peut utiliser cette réaction pour la préparation de l'iodure de phosphonium. On mélange 10 parties de phosphore blanc, aussi divisé que possible, et 22 parties de solution saturée à froid d'acide iodhydrique. Après quelques heures, lorsque la réaction a absorbé déjà une certaine quantité d'acide iodhydrique, on ajoute 2 parties d'iode. Bientôt le tout se prend en une masse de cristaux d'acide phosphoreux et d'iodure de phosphonium. On lessive le mélange à la trompe avec une solution d'acide iodhydrique, pour dissoudre l'acide phosphoreux, et l'on essore le résidu d'iodure de phosphonium. Ce dernier est légèrement teinté de rose, par une trace d'iodure de phosphore; il est suffisamment pur pour être employé dans un grand nombre de réactions.

» J'ajouterai que l'action, signalée par M. Oppenheim, du phosphore rouge à 160° sur l'acide iodhydrique s'effectue également à la température ordinaire, mais assez lentement. La production des cristaux d'iodure de phosphonium n'est manifeste qu'au bout de quelques heures.

» II. *Acide bromhydrique.* — Le phosphore ne réagit pas à froid sur l'acide bromhydrique dissous. En opérant en vase clos, dès 100°, et surtout à 120°, la réaction est rapide et le bromure de phosphonium se sublime à la partie supérieure du tube. Si l'on a soin de remplir presque complètement le tube scellé pour éviter, autant que possible, la dissociation de l'hydrate d'acide bromhydrique par la chaleur, on peut obtenir en bromure de phosphonium sublimé près du quart du volume de l'acide employé.

» Dans ces conditions, je n'ai pu observer la production de bromure de phosphore : cela s'explique, le tribromure de phosphore étant détruit dès

la température ordinaire, mais lentement, par une solution saturée d'acide bromhydrique ([1]). »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la waldivine.* Note de M. **Ch. Tanret**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Le *Simaba waldivia* (Simarubées) croît en Colombie, où on le confond quelquefois, mais à tort, avec le *Simaba cedron*, de la même famille. Son fruit, d'une amertume extrême, partage ainsi avec celui de ce dernier la réputation des propriétés merveilleuses que dans les républiques de l'Équateur on attribue au cédron et dont plusieurs voyageurs ont déjà entretenu l'Académie. A la demande de M. Dujardin-Beaumetz, désireux d'en étudier l'action physiologique et thérapeutique, j'ai recherché et isolé les principes actifs de ces deux fruits, qui m'ont été obligeamment fournis par M. Restrepo. Seul, celui du waldivia a pu être obtenu cristallisé; je l'appellerai *waldivine*.

» 2. *Préparation.* — On épuise avec de l'alcool à 70° le waldivia réduit en poudre très fine, puis on distille. Le résidu, encore chaud, est agité avec une grande quantité de chloroforme qui s'empare de la waldivine, et la solution chloroformique, séparée avec soin, est distillée à siccité. On reprend le résidu par l'eau bouillante qui abandonne par refroidissement la waldivine cristallisée. Plusieurs cristallisations et traitements par le noir la donnent parfaitement blanche.

» Le rendement est très variable selon l'état de maturité et de conservation des fruits : c'est ainsi que je l'ai vu varier de 1 à 8 pour 1000.

» 3. *Composition.* — Les cristaux de waldivine contiennent de l'eau de cristallisation. Leur composition peut être représentée par la formule

$$C^{36}H^{24}O^{20}, 5HO.$$

» Chauffés à 110°, ils perdent 10 pour 100 de leur poids : la formule exige 9,8. D'autre part, l'analyse du produit anhydre a donné les résultats suivants :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour la formule $C^{36}H^{24}O^{20}$.
C	54,40	54,2	54
H	6,22	6,3	6
O	39,38	39,5	40
	100,00	100,0	100

([1]) Ce travail a été fait à l'Ecole de Pharmacie, au laboratoire de Chimie organique de M. Jungfleisch.

» 4. *Propriétés physiques.* — La waldivine cristallise en prismes hexagonaux terminés par une double pyramide hexagonale. Sa densité est de 1,46. Quand on la chauffe, elle perd d'abord son eau de cristallisation, puis fond en se colorant vers 230°; elle n'est pas volatile.

» La waldivine ne jouit pas du pouvoir rotatoire.

» Très peu soluble dans l'eau froide (600 parties à 15°), elle se dissout dans 30 parties d'eau bouillante; les acides et les sels augmentent singulièrement sa solubilité dans l'eau. A 15° elle se dissout dans 60 parties d'alcool à 70°; mais elle exige 190 parties d'alcool absolu. Le chloroforme la dissout abondamment. Elle est insoluble dans l'éther.

» Ses solutions aqueuses moussent abondamment par l'agitation. Son amertume est excessive.

» 5. *Propriétés chimiques.* — La waldivine est neutre.

» Ses solutions aqueuses précipitent par le tannin et l'acétate de plomb ammoniacal; elles ne précipitent pas par l'acétate neutre ni l'acétate basique de plomb.

» A froid, les acides sulfurique et azotique la dissolvent sans paraître l'altérer sensiblement. Elle ne se précipite pas quand on étend d'eau ces solutions; mais vient-on à les neutraliser avec un bicarbonate alcalin, elle se dépose en partie si le sel formé n'est pas en assez grande quantité pour la tenir en solution.

» La propriété la plus remarquable de la waldivine est la facilité avec laquelle elle est décomposée par les alcalis. Avec les alcalis caustiques, la perte de son amertume est presque instantanée; avec l'ammoniaque et les carbonates alcalins, la décomposition est moins rapide, surtout à froid; elle est plus tardive encore avec les bicarbonates alcalins. En même temps que l'amertume de la waldivine disparaît, la liqueur jaunit; elle redevient incolore si on l'acidifie. La solution qui contient ainsi les produits de décomposition de la waldivine réduit la liqueur de Fehling et dévie à droite le plan de polarisation; mais je n'ai pu la faire fermenter, de sorte que je n'ose affirmer la formation de glucose. Du reste, je me propose d'étudier les produits de ce dédoublement par les alcalis.

» 6. En 1851, M. Lewy retira du cédron une matière cristallisée, amère, qu'il appela *cédrine*. Depuis, M. Cloëz reprit cette étude, mais ne put retrouver la cédrine de M. Lewy [1], et, de mon côté, je n'ai pas plus réussi à obtenir cristallisé le principe amer que j'ai retiré du fruit du *Simaba*

---

[1] *Annales des Sciences naturelles.*

cedron. Mais, comme il est certain que c'est le vrai cédron que M. Lewy a eu entre les mains ([1]), je suis porté à admettre, pour expliquer ces résultats contradictoires, que les fruits qu'il a traités ont pu se trouver mêlés avec le waldivia et que c'est ainsi ce dernier qui lui aurait donné les cristaux qu'il a obtenus. »

CHIMIE. — *Analyse immédiate des tourbes; leur constitution chimique.* Note de M. CH.-ER. GUIGNET, présentée par M. P. Thenard.

« Sous le nom générique de *tourbe* on comprend des matières fort diverses. Nos recherches ont porté sur des tourbes de formation très moderne, de la vallée de la Somme. Ces produits se sont formés sous l'eau, en présence du carbonate de chaux.

» Traitées par une petite quantité d'eau dans l'appareil à épuisement de M. Cloëz, toutes ces tourbes donnent une solution de couleur ambrée, contenant les acides autrefois nommés *crénique* et *apocrénique* par Berzélius. Ces acides rentrent, comme on voit, dans la série des corps humiques étudiés par M. Paul Thenard. L'eau dissout, en outre, un peu de sulfate de chaux, mais point de matières sucrées.

» Les tourbes qui prennent naissance dans des terrains granitiques et sous d'autres climats contiennent beaucoup plus de matières solubles dans l'eau. Ainsi l'eau des marais tourbeux de Campos (province de Rio, Brésil) est parfaitement limpide et peut servir à la boisson; mais elle possède une couleur de café un peu claire. La matière brune qui produit cette coloration donne par l'action de l'eau de chaux des corps bruns insolubles, analogues à ceux de la tourbe des régions calcaires.

» En remplaçant l'eau par la benzine dans le traitement des tourbes de la Somme, on dissout une matière cireuse peu abondante. Tout récemment, l'illustre auteur de la découverte des phosphates fossiles en France, M. de Molon, a trouvé en Bretagne une tourbe qui abandonne à la benzine et autres dissolvants analogues une quantité considérable d'une matière rési-

---

([1]) M. Lewy cite textuellement le *Simaba cedron*. D'un autre côté, à la suite de la Note de M. Lewy, M. Dumas a ajouté qu'un voyageur, M. Saillard, de Besançon, avait rapporté une grande quantité de cédron, qui pourrait servir à des expériences chimiques et thérapeutiques. Or, comme j'ai pu le vérifier sur ces fruits, que M. le Dr Saillard fils a bien voulu me confier, ce cédron est bien le fruit du *Simaba cedron* et non celui du *Simaba waldivia* (*Comptes rendus*, 1851).

neuse brune. En distillant cette tourbe dans le vide, sous l'action d'un courant de vapeur surchauffée, M. de Molon obtient une quantité de paraffine suffisante pour l'exploitation industrielle.

» Employé comme dissolvant, l'alcool à 90° donne avec les tourbes de la Somme une solution d'un vert très clair qui laisse déposer par le refroidissement d'abondants flocons de cire végétale, identique à celle qu'on trouve dans les feuilles. Quant à la matière verte, elle a conservé les caractères de la chlorophylle. Bien qu'assez altérable, cette matière se conserve donc dans les tourbes de formation moderne, du moins en partie.

» Outre les substances précédentes, les tourbes renferment des *glucosides* (ou composés analogues), dont la présence est facile à constater.

» La tourbe, finement pulvérisée, est d'abord traitée à l'ébullition par l'acide acétique étendu d'eau, de manière à enlever le carbonate de chaux mélangé; puis on lave et on fait bouillir la matière avec de l'acide sulfurique étendu de dix fois son poids d'eau.

» Après filtration, le liquide est saturé par le carbonate de baryte ou de chaux. On évapore à sec et on reprend par l'alcool, qui dissout au moins deux matières d'un goût franchement sucré, réduisant la liqueur cupro-tartrique. Ces deux matières peuvent être séparées, l'une étant précipitable par l'acétate neutre de plomb, l'autre par le sous-acétate.

» Quant à la tourbe qui a subi l'action de l'acide, on la sèche après l'avoir bien lavée et on la traite par l'alcool, qui dissout d'abondantes matières résineuses d'un jaune brun, légèrement solubles dans l'eau. La solution aqueuse précipite le perchlorure de fer en brun foncé, comme certains dérivés des tannins.

» On pourrait penser que les matières sucrées proviennent de l'action de l'acide sulfurique sur les matières cellulosiques plus ou moins altérées que renferme la tourbe; mais il n'en est rien, car on n'obtiendrait pas dans ce cas des matières résineuses insolubles dans l'acide et solubles dans l'alcool.

» Ainsi la tourbe contient des glucosides dont il sera possible de déterminer la nature, malgré les sérieuses difficultés que présentent les recherches de ce genre.

» Quant aux corps bruns solubles dans les alcalis que renferme la tourbe, ils seront l'objet d'une autre Communication. Une partie au moins de l'azote total renfermé dans la tourbe (jusqu'à 3 pour 100) entre dans la composition de ces matières brunes, qui appartiennent à la curieuse série des corps bruns azotés si bien étudiés par M. Paul Thenard. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du Sahara septentrional.* Note de M. J. ROCHE, présentée par M. Delesse.

« La mission d'exploration transsaharienne, placée sous la direction de M. le lieutenant-colonel Flatters, et à laquelle j'étais attaché, est parvenue, dans un premier voyage, jusqu'au lac Menkhough, dans la vallée des Igharghâren (longitude, 6°2′ E.; latitude, 26°26′), à 800^{km} d'Ouargla, point extrême de nos possessions algériennes (longitude, 3°6′ E.; latitude, 31°58′). Pendant ce trajet, j'ai pu examiner tous les terrains qui constituent le Sahara septentrional, savoir les terrains quaternaire, crétacé et dévonien.

» Ouargla (altitude, 160^{m}) fait encore partie du bas-fond qui comprend la région des Chotts et l'Oued Rhir. A partir de ce point, et dans les directions de l'est, du sud et de l'ouest, le terrain s'élève constamment en pente douce. Cette contrée forme une cuvette quaternaire, dont les bords vont reposer en stratification concordante sur des hamadas ou plateaux crétacés, dont les altitudes sont de 350^{m} environ à l'est et au sud, et de 450^{m} à 600^{m} à l'ouest, depuis El Goléah jusqu'au Mzab. Au sud, à 400^{km} d'Ouargla, dans la région que nous avons explorée, les plateaux crétacés ont seulement 50^{km} à 100^{km} de largeur; ils se terminent par des escarpements de 50^{m} à 100^{m} de hauteur. De larges vallées séparent ces escarpements des plateaux dévoniens du massif central Touareg, qui s'élève peu à peu vers le sud, et dont l'altitude dépasse 800^{m} près de l'Oued Tidjoudjelt, non loin du lac Menkhough. Le massif central lui-même se divise en plusieurs plateaux, séparés les uns des autres par des vallées remplies d'alluvions et analogues à la vallée de l'Oued Igharghar.

» Dans les environs d'Ouargla, le terrain quaternaire a une puissance de près de 100^{m}. Il est formé par des grès à éléments quartzeux, dont le ciment est argileux ou calcaire. Vers Ouargla, ces éléments constitutifs sont des grains roulés de quartz hyalin, ne dépassant pas 0^{m},002 ou 0^{m},003; plus au sud d'Ain Taiba (longitude, 3°39′ E.; latitude, 30°17′), à El Biodh (longitude, 3°50′ E.; latitude, 28°31′), point où finit le quaternaire, ce sont surtout des fragments plus ou moins arrondis de quartz ou de feldspath, dépassant souvent 0^{m},01.

» Les grès sont généralement jaunes. Ils sont tantôt très quartzeux, tantôt très argileux et d'autres fois très calcaires. Au centre de la cuvette

quaternaire, la partie supérieure de l'étage est ordinairement formée par un calcaire, parfois tufacé, mélangé de quelques petits grains roulés de quartz.

» Au sud d'Ouargla, sur une longueur d'environ 50^{km}, s'étend la région des Kantras, plateaux séparés par des dépressions de 30^{m} à 40^{m} de profondeur. Là, comme dans les environs d'Ouargla, le terrain quaternaire a subi de très fortes érosions.

» Des dunes, atteignant jusqu'à 200^{m} de hauteur, recouvrent une grande partie de la surface du quaternaire. Je signalerai un fait très important, à la fois au point de vue du chemin de fer transsaharien et au point de vue géologique : c'est l'existence, au milieu du grand Erg ou du massif des grandes dunes, au sud d'Ouargla, entre Ain Mokhanza et El Biodh, d'une large région plane de 250^{km} de longueur, recouverte seulement de dunes isolées, parallèles, allongées dans la direction du méridien magnétique et distantes les unes des autres de plusieurs kilomètres. C'est dans la partie orientale de cette région que se trouve, dirigé aussi N.-S. magnétique, le lit de l'Oued Igharghar, lit sans berges, marqué par des fragments de lave roulés et par quelques coquilles d'eau douce, cyrènes et planorbes. Le parallélisme des dunes et de l'Oued Igharghar montre entre ces deux phénomènes une certaine corrélation.

» Entre El Biodh et Temassinin (longitude, 4°37′ E. — latitude, 28°6′), le terrain se compose essentiellement de deux hamadas ou plateaux, de 40^{km} à 50^{km} chacun, suivis de deux escarpements, correspondant à deux étages successifs du crétacé, le turonien et le cénomanien.

» Le premier plateau, dont le sol est recouvert par de nombreux fragments de silex noir et de calcaire dolomitique, se termine par un escarpement de 80^{m}, composé d'une corniche de calcaire dolomitique de 10^{m}, couronnant une masse de marnes blanches, jaunes ou vertes, un peu gypseuses.

» Le second plateau est suivi d'un escarpement atteignant jusqu'à 100^{m}, composé aussi d'une corniche de calcaire blanc ou jaune, d'environ 20^{m}, surmontant une grande formation de marnes vertes ou rouges, dans laquelle s'intercalent des couches de gypse cristallisé.

» Dans le banc calcaire supérieur du second escarpement, j'ai trouvé un assez grand nombre de fossiles, qui, d'après M. Douvillé, appartiennent tous au cénomanien supérieur. Ce sont l'*Ostrea flabellata* (abondante), l'*Ostrea columba*, l'*Ostrea Coquandi*, l'*Ostrea Baylei*, l'*Hemiaster Batnensis*, l'*Heterodiadema Lybicum* et la *Janira æquicostata*. Le second escarpement est donc cénomanien et correspond complètement à l'étage vu par M. G. Rolland près d'El Goléah. Le premier escarpement n'a présenté aucun fossile;

mais, d'après sa position et par comparaison avec la coupe donnée par M. Rolland, je crois pouvoir le rattacher avec certitude à l'époque turonienne.

» Le plateau ou *tasili* des Touareg Azgar, dont nous avons suivi le bord oriental sur une longueur de 200^{km}, le long de la vallée des Ighargharen, est constitué par des grès quartzeux dont l'extérieur est presque toujours noir, tandis que la cassure en est souvent blanche ou peu foncée. Ces grès sont ordinairement cristallins et très durs; parfois ils deviennent argileux et même schisteux, et passent à des schistes argileux micacés. On y rencontre quelques gisements de minerai de fer peroxydé. Nous avons pu trouver dans ce terrain, principalement dans les schistes argileux, certains fossiles, un trilobite voisin du *Prœtus Cuvieri*, un fragment de *pigidium* de *Calymene?* des *Leptæna*, le *Strophomene quadrangularis*, l'*Atrypa prisca*, l'*Atrypa reticularis*, un fragment d'*Orthis* rappelant la *Striatula*, un *Spirifer* voisin du *subspeciosus*, une *Rhynchonelle* du groupe de la *Wahlenbergi*. Aucun de ces fossiles n'est ni bien net ni bien caractéristique; cependant, de leur ensemble, il semble résulter que le plateau des Touareg Azgar appartient au dévonien, et peut-être même au dévonien moyen. Dans le Sahara septentrional, les terrains éruptifs ne sont représentés que par quelques fragments de lave dans les vallées de l'Igharghar et des Ighargharen. Ces laves, noires et scoriacées, paraissent provenir d'anciens volcans situés au milieu du massif central des Touareg.

» Tous les terrains du Sahara septentrional sont en couches à peu près horizontales, ou du moins fort peu inclinées. De là résulte que les accidents topographiques y sont dus spécialement à de grands phénomènes d'érosion, qui se sont continués encore au delà de la période quaternaire, puisque le terrain quaternaire lui-même a subi de très forts ravinements.

» L'étude hydrologique de la région parcourue a donné des résultats assez satisfaisants. A la base du quaternaire existe une nappe aquifère, qui affleure dans les chotts d'Ouargla; elle a été recoupée par les nombreux puits creusés dans les dépressions de la région des Kantras, et se montre encore dans les deux entonnoirs naturels d'Ain Mokhanza et d'Ain Taiba. Il est évident que cette nappe aquifère doit se prolonger sur une certaine distance au delà d'Ain Thaiba, dans la direction d'El Biodh. En outre, la vallée des Ighargharen et probablement aussi la vallée de l'Igharghar contiennent de l'eau à une assez faible profondeur.

» Enfin, il convient de citer les puits artésiens d'Ouargla et de Temassinin. La nappe artésienne d'Ouargla est le prolongement de la nappe de

l'Oued Rhir; celle de Temassinin, située au milieu des alluvions, paraît venir du sud, par les vallées de l'Igharghar ou des Ighargharen. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes d'optique et de vision.* Note de M. Trève, présentée par M. Desains.

« Certaines considérations théoriques, que j'aurai, vraisemblablement, l'occasion de développer dans quelques mois, m'ont conduit à constater les phénomènes suivants :

» Lorsqu'on examine une flamme de lampe à travers une fente fine, l'éclat de la flamme et les effets de diffraction produits varient beaucoup suivant que la fente est verticale ou horizontale. Dans le second cas, l'éclat est beaucoup plus considérable que dans le premier.

» On peut fixer le disque dans lequel la fente est percée au bout d'un tube noirci de $0^{m},1$ ou $0^{m},2$ de longueur, et alors le phénomène présente un éclat et un intérêt tout spéciaux [1], si le tube renferme un prisme ou un système de prismes, analogue à celui des spectroscopes à vision directe. La fente doit être parallèle à la direction commune des arêtes réfringentes de ces prismes. »

M. C. Widemann adresse, par l'entremise de M. Jamin, une Note relative aux propriétés électriques du papier pyroxylé.

M. E.-J. Maumené adresse une Note relative à l'absorption de l'oxygène par le mercure. Les différences entre les résultats obtenus par les divers expérimentateurs seraient probablement dues, selon M. Maumené, à la quantité plus ou moins grande d'argent que contiendrait le mercure.

M. L. Hugo adresse une Note « sur le nombre 365, comme dérivant de la décade pythagoricienne ».

M. Dubalen annonce à l'Académie la découverte d'une grotte préhistorique dans le département des Landes.

« Cette grotte, dite *du Pape*, ouverte au niveau de la vallée, est située à Brassempouy, dans le domaine de M. de Poudenx. Les premières fouilles ont

[1] La grandeur de la différence n'est peut-être pas indépendante de la qualité de l'œil de l'observateur.

fait découvrir quelques rares pièces, semblables à celles du Moustier, et une quantité assez considérable de silex de la forme de ceux de la Magdeleine, avec de belles gravures, de nombreux poinçons, dents percées, etc., une olive en pierre polie, semblable aux pierres de jet des peuplades de la Nouvelle-Calédonie.

» Les espèces rencontrées au-dessus du niveau de la grotte sont : le cheval, le renne, le bœuf, le cerf, le loup, la chèvre, le renard, le blaireau, des rongeurs divers, des ossements de poisson, une dent humaine; dans les niveaux inférieurs, peu explorés, l'hyène, le cheval, le bœuf, le mammouth, le rhinocéros, le grand chat, le petit ours.

» Dans les débris quaternaires qui tapissent le pied du coteau, on retrouve les ossements roulés et les dents de toute la deuxième série des animaux, sans silex taillés. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 novembre 1880.

Ministère de l'Instruction publique. Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart; année 1879. I, *Étude des orages en France et Mémoires divers;* IV, *Météorologie générale.* Paris, Gauthier-Villars, 1880; 2 vol. in-4°.

Projet d'une capitale modèle; texte et plans, *par* A. Mathieu. Paris, J. Baudry, 1880; in-4° relié.

Projet de canaux maritimes et d'eau douce à travers l'Europe, texte et plans; *par* A. Mathieu. Paris, J. Baudry, 1880; in-4° relié.

Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale. Paléontologie; par G. Vasseur : Atlas, *Pl. IV* et *V.* Paris, 1880; in-4°. (Présenté par M. Hébert.)

Conchyliologie fluviatile de la province de Nan-King et de la Chine centrale; par le R. P. Heude. Xe fasc. Paris, F. Savy, 1880; in-4°. (Présenté par M. H. Milne Edwards.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents, 1880, octobre. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Annales agronomiques; par M. P.-P. Dehérain. 3e fasc., octobre 1880. Paris, G. Masson, 1880; in-8°.

N° 627. Dépôt des Cartes et Plans de la Marine. Description et usage du petit cercle méridien portatif; par M. de Bernardières. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°. (Présenté par M. l'amiral Mouchez.)

Étude de la question de chaleur souterraine et de son influence sur les projets et systèmes d'exécution du grand tunnel alpin du Simplon; par G.-T. Lommel. Lausanne, impr. Corbaz, 1880; br. in-8°.

Esquisse géologique du nord de la France et des contrées voisines; par M. J. Gosselet; 1er fasc. : *Terrains primaires,* texte et planches. Lille, aux Archives de la Société géologique du Nord, 1880; in-8°.

Notes sur les sables tertiaires du plateau de l'Ardenne; par M. Gosselet. Lille, impr. Six-Horemans, 1880; br. in-8°.

Etude sur le terrain carbonifère du Boulonnais; par MM. Gosselet et Bertaut. Sans lieu ni date; br. in-8°.

(Ces trois derniers Ouvrages sont adressés par l'auteur au Concours Bordin de l'année 1880.)

The Journal of the Linnean Society. Botany, nos 103, 104, 105, 106, 107; *Zoology,* n° 80. London, 1879-1880; 4 livr. in-8°.

The Transactions of the Linnean Society of London. Botany, vol. I, part. 7, 8, 9; *Zoology*, vol. II, part I. London, 1879-1880; 4 livr. in-4°.

On the physical structure and hypsometry of the Catskill mountain region; by A. Guyot. Sans lieu ni date; br. in-8°, avec une Carte (From the *American Journal of Science,* vol. XIX.)

Sui vasi propri della Phalaris nodosa. Nota del Socio ordin. G.-A. Pasquale, adunanza del 2 di ottobre 1880. (Estratto dal *Rendiconto della reale Accademia delle Scienze fis. e mat. di Napoli.*) (Présenté par M. Decaisne.)

Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini; disp. 7a, luglio 1880. Roma, tip. A. Paolini, 1880; in-4°.

Le singole forze della natura fisiche, chimiche, vitali, ecc., siccome un semplice effetto di moti speciali dell' etere, di M. Giordano. Torino, G. Speirani, 1880; in-8°.

Coralli giurassici dell' Italia settentrionale. Memoria di A. d'Achiardi. Pisa, T. Nistri, 1880; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 NOVEMBRE 1880.

Recherches sur les graines fossiles silicifiées; par ADOLPHE BRONGNIART, précédées d'une *Notice sur ses travaux, par* J.-B. DUMAS. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°, avec portrait et planches chromolithographiques.

Les tarifs des chemins de fer et l'autorité de l'Etat; par M. L. AUCOC. Paris, Dunod, 1880; br. in-8°.

Leçons de Zoologie professées à la Sorbonne (enseignement secondaire des jeunes filles); par M. PAUL BERT : *Anatomie, Physiologie.* Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques. Rapport sur la session de Lisbonne; par M. E. CARTAILHAC. Paris, E. Boban, 1880; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles. 1881. Bruxelles, F. Hayez, 1880; in-32.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. VI, 2e fasc. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; in-8°.

Les étoiles et les curiosités du ciel. Supplément à l'Astronomie populaire; par C. FLAMMARION. Livr. 1 à 10. Paris, Marpon et E. Flammarion, 1880; grand in-8°, illustré.

Texte explicatif du levé géologique de la planchette de Boisschot et d'Aerschot; par M. le baron O. VAN ERTBORN. Bruxelles, F. Hayez, 1880; 2 br. in-8°.

Levé géologique des planchettes de la Carte topographique de la Belgique; par M. le baron O. VAN ERTBORN, avec la collaboration de MM. P. COGELS, BOISSCHOT, AERSCHOT, LIERRE, PUTTE et HEYST-OP-DEN-BERG. Bruxelles, 1880; cinq Cartes en une feuille.

History of north american pinnipeds; a monograph of the walruses, sea-lions, sea-bears and seals of North America; by J. ASAPH ALLEN. Washington, Government printing Office, 1880; in-8°.

Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aus dem Jahre 1879. Berlin, 1880; in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. IV, disp. X; t. V, disp. I-X; t. VI, disp. I-IX. Venezia, 1877-1880; 19 livr. in-8°.

Memorie del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; vol. XX, part. II et III; vol. XXI, part. I.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani; disp. 6a, giugno 1880. in-4°. (Deux exemplaires.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 DÉCEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur le développement d'une fonction quelconque du rayon vecteur dans le mouvement elliptique;* par M. F. TISSERAND.

« Soient a, e, ζ, r le demi-grand axe, l'excentricité, l'anomalie moyenne et le rayon vecteur dans l'orbite elliptique d'une planète; on a, comme on sait,

$$\frac{r}{a} = A_0 + A_1 \cos\zeta + \ldots + A_n \cos n\zeta + \ldots,$$

où les coefficients A sont des fonctions de e, qui s'expriment très simplement à l'aide des transcendantes de Bessel.

» Je me propose de trouver le développement correspondant d'une fonction quelconque $f(r)$ sous la forme

$$(1) \qquad f(r) = B_0 + B_1 \cos\zeta + \ldots + B_n \cos n\zeta + \ldots.$$

» Les coefficients B seront des fonctions de a et de e; je vais démontrer

que l'on a

$$(2)\quad \tfrac{1}{2}B_n = (-1)^n \sum_{p=0}^{p=\infty} \frac{\left(\frac{e}{2}\right)^{n+2p}}{p!(p+n)!} u(u-n)^{n+p-1}(u+n)^{p-1}(u+n+2p).$$

» Quand on aura effectué le développement de l'expression

$$u(u-n)^{n+p-1}(u+n)^{p-1}(u+n+2p)$$

suivant les puissances entières et positives de u, on devra y remplacer u^i par $a^i \frac{d^i f(a)}{da^i}$, en désignant par $\frac{d^i f(a)}{da^i}$ la valeur à laquelle se réduit $\frac{d^i f(r)}{dr^i}$, quand on y fait $r = a$. On voit que le coefficient d'une puissance quelconque de e dans B_n, qui est une fonction de a, se trouve présenté sous une forme symbolique très simple.

» Pour démontrer cette proposition, je pose

$$r = a(1+X),$$

et j'aurai, par la série de Taylor,

$$f(r) = f(a) + \frac{df(a)}{da} aX + \frac{d^2 f(a)}{da^2} \frac{a^2 X^2}{1.2} + \ldots,$$

ou bien, symboliquement, d'après nos conventions,

$$(3)\qquad f(r) = f(a) + \frac{uX}{1} + \frac{u^2 X^2}{1.2} + \ldots + \frac{u^i X^i}{i!} + \ldots.$$

» J'emprunte à M. Bourget (¹) la forme du développement des puissances entières de X suivant les cosinus des multiples de ζ. Soit $C_n^{(i)}$ le coefficient de $\cos n\zeta$ dans le développement de X^i; on a

$$(4)\qquad C_n^{(i)} = (-1)^i \frac{2i}{n} \left(\frac{e}{2}\right)^i \sum_{h=0}^{h=\infty} \frac{\left(\frac{ne}{2}\right)^h}{h!} N_{-n,i-1,h+1},$$

où les coefficients numériques N sont les nombres de Cauchy. Voici leur définition : $N_{-p,j,q}$ est la partie indépendante de z dans le développement de l'expression

$$z^{-p}\left(z+\frac{1}{z}\right)^j \left(z-\frac{1}{z}\right)^q,$$

(¹) *Comptes rendus*, t. XXXVIII.

suivant les puissances positives et négatives de z ; en faisant

$$z = E^{\rho\sqrt{-1}},$$

où E désigne la base des logarithmes népériens, on en conclut

$$(5)\qquad N_{-p,j,q} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} z^{-p}\left(z+\frac{1}{z}\right)^j\left(z-\frac{1}{z}\right)^q d\rho.$$

» En nous reportant aux formules (1), (3) et à la définition de $C_n^{(i)}$, nous aurons

$$(6)\qquad B_n = \frac{u}{1}C_n^{(1)} + \frac{u^2}{1.2}C_n^{(2)} + \ldots + \frac{u^i}{i!}C_n^{(i)} + \ldots.$$

» D'autre part, si nous posons, pour abréger,

$$\frac{ne}{2} = x,$$

la formule (4) pourra s'écrire

$$\tfrac{1}{2}C_n^{(i)} = (-1)^i \frac{i}{n^{i+1}} x^i \sum_{h=0}^{h=\infty} \frac{x^h}{h!} N_{-n,\,i-1,\,h+1}.$$

$N_{-n,\,i-1,\,h+1}$ est nul si $h+i-n$ est négatif ou impair; nous poserons donc, en désignant par p un entier positif qui peut être nul,

$$h = n - i + 2p,$$

et il viendra

$$\tfrac{1}{2}C_n^{(i)} = (-1)^i \frac{i}{n^{i+1}} \sum_{p=0}^{p=\infty} \frac{x^{n+2p}}{(n-i+2p)!} N_{-n,\,i-1,\,n-i+2p+1}.$$

» En portant cette expression dans (6), on aura

$$\begin{aligned}\tfrac{1}{2}B_n = &- u\frac{x^n}{n^2}\left[\frac{1}{(n-1)!}N_{-n,0,n} + \frac{x^2}{(n+1)!}N_{-n,0,n+2} + \ldots\right]\\ &+ \frac{u^2}{1}\frac{x^n}{n^3}\left[\frac{1}{(n-2)!}N_{-n,1,n-1} + \frac{x^2}{n!}N_{-n,1,n+1} + \ldots\right]\\ &- \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\end{aligned}$$

» Soit posé

$$(7)\qquad \tfrac{1}{2}B_n = \sum_{p=0}^{p=\infty} U_p x^{n+2p};$$

on trouvera aisément

$$\mathrm{U}_p = -\frac{u}{n^2}\frac{\mathrm{N}_{-n,0,n+2p}}{(n+2p-1)!} + \frac{u^2}{1.n^3}\frac{\mathrm{N}_{-n,1,n+2p-1}}{(n+2p-2)!} - \frac{u^3}{1.2.n^4}\frac{\mathrm{N}_{-n,2,n+2p-2}}{(n+2p-3)!} + \ldots,$$

ou bien, en remplaçant les N par leurs expressions (5), à l'aide d'intégrales définies,

$$\mathrm{U}_p = -\frac{u}{n^2}\frac{1}{(n+2p-1)!}\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} z^{-n}\,d\rho\left[\left(z-\frac{1}{z}\right)^{n+2p} - \frac{u}{n}\frac{n+2p-1}{1}\left(z+\frac{1}{z}\right)\left(z-\frac{1}{z}\right)^{n+2p-1} + \frac{u^2}{n^2}\frac{(n+2p-1)(n+2p-2)}{1.2}\left(z+\frac{1}{z}\right)^2\left(z-\frac{1}{z}\right)^{n+2p-2} - \ldots\right].$$

» Dans cette formule, le coefficient de $z^{-n}\,d\rho$ n'est autre chose que le développement de

$$\left(z-\frac{1}{z}\right)^{n+2p}\left(1-\frac{u}{n}\frac{z+\frac{1}{z}}{z-\frac{1}{z}}\right)^{n+2p-1},$$

et c'est là le point capital de la démonstration. On en déduit aisément

$$\mathrm{U}_p = -\frac{u}{n^2}\frac{1}{(n+2p-1)!}\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} z^{-n}\left(z-\frac{1}{z}\right)\left[z-\frac{1}{z}-\frac{u}{n}\left(z+\frac{1}{z}\right)\right]^{n+2p-1} d\rho.$$

» L'intégrale définie qui figure dans cette formule est égale à la partie indépendante de z dans le développement, suivant les puissances positives et négatives de z, de l'expression

$$z^{-n}\left(z-\frac{1}{z}\right)\left[z-\frac{1}{z}-\frac{u}{n}\left(z+\frac{1}{z}\right)\right]^{n+2p-1} = (z^{1-n}-z^{-1-n})\left[\left(1-\frac{u}{n}\right)z-\left(1+\frac{u}{n}\right)z^{-1}\right]^{n+2p-1};$$

on trouve facilement que cette partie indépendante de z est égale à

$$(-1)^p\frac{(n+2p-1)!}{p!(n+p-1)!}\left(1-\frac{u}{n}\right)^{n+p-1}\left(1+\frac{u}{n}\right)^p + (-1)^p\frac{(n+2p-1)!}{(p-1)!(n+p)!}\left(1-\frac{u}{n}\right)^{n+p}\left(1+\frac{u}{n}\right)^{p-1},$$

et, en simplifiant cette expression et la portant dans U_p, on arrive à

$$\mathrm{U}_p = \frac{(-1)^n}{n^{n+2p}}\frac{1}{p!(n+p)!}u(u-n)^{n+p-1}(u+n)^{p-1}(u+n+2p).$$

En portant dans (7), et remplaçant x par $\frac{ne}{2}$, on tombe sur la formule (2), qu'il s'agissait de démontrer.

» En prenant, par exemple, $f(r) = \frac{r}{a}$, on aura $u = 1$, $u^2 = 0$, $u^3 = 0, \ldots$, et il en résulte, pour le coefficient A_n de $\cos n\zeta$, dans le développement de $\frac{r}{a}$,

$$A_n = -\frac{2}{n^2}\sum_{p=0}^{p=\infty}(-1)^p \frac{\left(\frac{ne}{2}\right)^{n+2p}}{p!(n+p)!}(n+2p);$$

c'est la formule connue.

» Je vais faire une application du théorème précédent au calcul d'une série de termes dans le développement de la fonction perturbatrice.

» Soient a', e', ζ' les quantités correspondantes à a, e, ζ pour la planète perturbatrice, et $a' > a$; je me propose de trouver, en négligeant l'inclinaison mutuelle des orbites, les termes indépendants de e' et ζ'; on pourra ici se borner à la partie principale

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{1}{\sqrt{r^2 + r'^2 - 2rr'\cos\nu}}$$

de la fonction perturbatrice, ν désignant l'angle des rayons r et r'. On pourra supposer tout de suite $r' = a'$, et l'on aura, par un développement connu,

$$\frac{a'}{\Delta} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2r}{a'}\cos\nu + \frac{r^2}{a'^2}}} = \frac{1}{2}Q^{(0)} + Q^{(1)}\cos\nu + Q^{(2)}\cos 2\nu + \ldots.$$

Les termes en $\cos\nu$, $\cos 2\nu$, ... ne nous donneront rien pour les termes que nous considérons; nous pourrons donc nous borner à

$$\frac{a'}{\Delta} = \frac{1}{2}Q^{(0)},$$

où

$$\frac{1}{2}Q^{(0)} = 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2\frac{r^2}{a'^2} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2\frac{r^4}{a'^4} + \ldots.$$

» Telle est, dans le cas actuel, la fonction de r qu'il s'agit de développer en une série procédant suivant les cosinus des multiples de ζ.

» Nous ferons $\alpha = \frac{a}{a'}$, et, conformément aux notations en usage,

$$\frac{1}{2}b^{(0)} = 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2\alpha^2 + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2\alpha^4 + \ldots;$$

nous trouverons ainsi

$$u = \alpha \frac{db^{(0)}}{d\alpha}, \quad u^2 = \alpha^2 \frac{d^2 b^{(0)}}{d\alpha^2}, \quad \ldots.$$

» Soit R_n le coefficient cherché de $\cos n\zeta$, dans le développement de $\frac{a'}{\Delta}$; nous trouverons

$$R_n = (-1)^n \sum_{p=0}^{p=\infty} \frac{\left(\frac{e}{2}\right)^{n+2p}}{p!(n+p)!} u(u-n)^{n+p-1}(u+n)^{p-1}(u+n+2p).$$

» Telle est l'expression générale cherchée; on en déduit, par exemple, que le coefficient de $\left(\frac{e}{2}\right)^7$, dans le terme en $\cos\zeta$, est égal à

$$-\frac{1}{144} u(u-1)^3(u+1)^2(u+7).$$

» Le Verrier a trouvé, pour ce coefficient, l'expression suivante :

$$-\frac{1}{144}\left(\alpha^7 \frac{d^7 b^{(0)}}{d\alpha^7} + 6\alpha^6 \frac{d^6 b^{(0)}}{d\alpha^6} - 9\alpha^5 \frac{d^5 b^{(0)}}{d\alpha^5} - 12\alpha^4 \frac{d^4 b^{(0)}}{d\alpha^4} + 15\alpha^3 \frac{d^3 b^{(0)}}{d\alpha^3} + 6\alpha^2 \frac{d^2 b^{(0)}}{d\alpha^2} - 7\alpha \frac{db^{(0)}}{d\alpha}\right).$$

» On vérifiera aisément l'identité de ces expressions en introduisant nos notations symboliques.

» On voit que nous avons pu donner l'expression tout à fait générale et explicite d'une classe de termes de la fonction perturbatrice; ce sont malheureusement les plus simples, et il paraît très difficile d'arriver au même but pour des termes plus compliqués. »

CHIMIE. — *Réaction spectrale du chlore et du brome.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« Quand on observe dans la flamme du gaz, par l'ancien procédé, le spectre d'une petite perle de chlorure de baryum, les raies propres à ce composé ne tardent pas à disparaître pour faire place à celles de l'oxyde. Toutefois, il reste pendant longtemps du chlore dans la baryte ainsi chauffée. La destruction du $BaCl^2$ ne se complète qu'après sa volatilisation.

» Aussi, en tirant l'étincelle d'induction sur la petite masse calcinée, voit-on très nettement les raies nébuleuses propres au $BaCl^2$, en outre des raies étroites du baryum.

» Pour la recherche de traces de chlore ou de brome, voici comment j'opère :

» Un fil de platine vertical (d'environ $\frac{3}{4}$ de millimètre de diamètre) est replié à sa partie inférieure en forme de crochet ou d'U. Sur cette demi-boucle on fond au rouge blanc $0^{gr},001$ à $0^{gr},002$ de carbonate de baryte pur, puis on place dans la courbure du fil une gouttelette du liquide à examiner ([1]); on évapore à sec, et l'on pousse même pendant *un court instant* la chaleur jusqu'au rouge naissant. La fusion au moins partielle de la masse est avantageuse, en ce qu'elle lui permet de s'étaler comme uu vernis à la surface du fil de platine.

» Après refroidissement, un second fil de platine ($\frac{3}{4}$ de millimètre à $0^{m},001$ de diamètre) est amené tout près (à $0^{m},001$ ou $0^{m},0015$) et au-dessous de la courbure du premier fil, un peu *en avant* du côté de la fente du spectroscope. L'étincelle d'induction, non condensée, donne alors un spectre dans lequel se montrent les raies du $BaCl^2$ ou du $BaBr^2$.

» On reconnaît ainsi $\frac{1}{3000}$ de milligramme de chlore ou de brome. Nul doute qu'avec quelques précautions on ne dépasse encore ce degré de sensibilité, surtout pour le chlore.

» Si, dans un tel essai, la quantité de chlore est un peu notable, le fil peut être chauffé au blanc éblouissant pendant plusieurs minutes sans préjudice des raies du $BaCl^2$, dont on a même souvent beaucoup de peine à se débarrasser par la calcination prolongée du fil de platine.

» La résistance du $BaBr^2$ à la chaleur paraît être notablement moindre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géométrie, en remplacement de feu M. *Borchardt*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50, M. Brioschi obtient 50 suffrages.

M. **Brioschi**, ayant obtenu l'unanimité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

([1]) Si la matière contient des azotates, il est utile de chasser $AzHO^3$ par SH^2O^4, puis celui-ci par BaO pur. S'il y a beaucoup d'acide sulfurique ou de sulfate, on s'en débarrasse également par BaO.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'action de l'eau, dans les applications de sulfure de carbone aux vignes phylloxérées.* Note de M. J.-D. CATTA, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans le Rapport de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée (1877), où nous exposions, avec MM. Marion et Gastine, le résultat de nos recherches sur le sulfure de carbone comme agent insecticide, nous écrivions la phrase suivante : « *Leur rétablissement* (des ceps en expérience) *s'est trouvé considé-* » *rablement hâté par un arrosage pratiqué quelques jours après la dilacération* » *des racines et leur aspersion par le sulfure.* »

» Les résultats de cette expérience n'ont pas été contredits jusqu'ici, mais ils avaient conduit à considérer comme souverainement efficace tout traitement pratiqué avec le concours de l'eau. Quelques déceptions se sont produites. La conclusion ne comportait pas, en effet, une telle généralité.

» Nous avons pu arriver à nous convaincre qu'en thèse générale les applications qui sont suivies par la pluie sont un gage de bons résultats, mais que celles qui sont pratiquées immédiatement après sont fréquemment nuisibles à la vigne.

» La règle pourrait être plus exactement formulée de la façon suivante : *Il ne faut pas que le sulfure de carbone se trouve à l'état liquide dans un sol complètement détrempé par l'eau.*

» On sait que l'eau est capable de dissoudre, d'après M. Dumas, 1,78 pour 100 de sulfure de carbone liquide : un traitement au pal en terrain mouillé favorise considérablement cette dissolution, puisque l'on répartit le sulfure par petites quantités en un très grand nombre de points du sol. Mais la dissolution aqueuse de sulfure de carbone ne paraît pas nuisible pour la plante.

» M. Dumas s'est assuré, dès 1876, que si cette dissolution, même étendue de neuf fois son poids d'eau, conserve encore des propriétés insecticides incontestables, la vigne n'en souffre pas, même quand elle est concentrée. L'eau saturée de sulfure de carbone lui avait offert, en effet, le résultat suivant :

» On a arrosé avec 250^{cc} de cette dissolution environ, par pot, deux pots de vignes phylloxérées : l'insecte est mort, et la vigne n'a pas souffert.

» Mais M. Dumas ne considère pas cette expérience en pots comme pouvant contredire celles qui ont été effectuées sur le terrain; il sait qu'il faut toujours tenir compte des circonstances et influences, souvent prépondérantes, qu'exercent la nature et l'état du sol, la saison et l'état de végétation de la vigne, etc.

» Dans l'espèce, le sulfure de carbone recouvert d'eau a pu conserver l'état liquide, forme sous laquelle il mortifie facilement les racines qu'il touche, et non se dissoudre dans l'eau, forme sous laquelle il eût été sans danger.

» Quelle que soit l'explication à admettre, voici les faits qui nous ont permis de poser la règle indiquée plus haut :

» Dans le courant du mois de juillet 1880, nous fîmes exécuter les traitements d'extinction sur la tache de Saint-Amadou (Ariège). Cette tache d'*importation* occupait 5^{ha} sur un îlot de vignes de 7^{ha}, complètement isolé sur un petit coteau et formant sensiblement un long rectangle orienté de l'est à l'ouest. Les opérations commencèrent à l'extrémité ouest, par un temps très sec et très chaud. La pluie survint pendant les traitements, elle fut torrentielle avant la fin, et la dernière vigne injectée, celle qui se trouvait à l'extrémité est (environ 2^{ha}), fut opérée alors que le sol était complètement détrempé et boueux.

» Les effets ordinaires du sulfure de carbone appliqué à haute dose (140^{gr} par mètre carré) se manifestèrent dans toutes les vignes traitées, mais les atteintes furent plus graves à l'extrémité est. A la fin du printemps de 1880, la visite du vignoble traité était particulièrement intéressante. La vigne *est* (2^{ha}) ne présentait pas plus de 10 pour 100 de ceps vivants. Les vignes *ouest*, au contraire (3^{ha}), ne contenaient pas plus de 5 pour 100 de ceps morts. La végétation y était particulièrement belle.

» Or la composition, la profondeur du sol, l'orientation du coteau, l'époque et la nature du traitement, tout était identique. Seules les conditions d'humidité avaient varié; seules elles pouvaient être invoquées pour expliquer la différence d'action : des vignes ayant reçu 140^{gr} de sulfure par une grande sécheresse ne manifestaient plus aucune souffrance une année après ; les vignes ayant reçu la même dose avec excès d'humidité avaient presque entièrement péri.

» Frappé de ce résultat, nous recherchâmes des effets analogues dans d'autres localités : nous en trouvâmes dans l'Hérault. Dans les Pyrénées-Orientales, où la vigne de M. Vergès du Soler avait manifestement souffert d'un traitement cultural, nous retrouvâmes la même cause. « Les ouvriers, » nous disait M. Vergès, étaient obligés de tracer des rigoles pour faire

» écouler l'eau pendant qu'ils traitaient. » Nous envoyâmes dès lors une circulaire à tous les délégués départementaux de notre région pour les inviter à veiller à ce que les injections du sulfure, même culturales, ne se pratiquassent pas en terrain trop détrempé. Ces messieurs eurent tous dans cette circulaire l'explication de certains accidents qu'ils avaient observés.

» Nous citerons, sans nous appesantir sur les détails de ces observations, les localités où elles ont pu être recueillies. Dans l'Aude, M. Henrion put nettement reconnaître l'action nuisible de l'humidité excessive à Raissac et à Bize; en Corse, M. de Peretti l'a constatée à Corte; dans l'Aveyron, M. Fabre l'enregistra à Villefranche-de-Rouergue, et enfin M. Tanviray dans le Loir-et-Cher.

» Ainsi l'action nuisible de l'humidité excessive s'est vérifiée dans les régions viticoles les plus diverses, depuis la Corse jusqu'en Loir-et-Cher. Nul doute que certains accidents de végétation arrivés dans le Bordelais ne doivent être attribués à la cause que nous signalons.

» Les conditions des traitements au sulfure de carbone, traitements qui rendent tant de services à la viticulture, ne sauraient être trop bien connues. Tous ceux qui sont appelés à les appliquer devront donc se souvenir qu'une humidité légère du sol ou même la pluie survenant après l'injection, alors que le sulfure est déjà à l'état de vapeur, favorise l'action insecticide et la reprise de la végétation, tandis que l'introduction du liquide sulfocarbonique dans un terrain détrempé constitue un danger pour la plante. »

VITICULTURE. — *Sur l'essaimage du Phylloxera en 1880.* Note de M. P. de Lafitte, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Quand on s'applique avec suite à l'étude d'un sujet difficile et encore peu connu, il est rare que l'esprit ne soit pas quelque peu en avance sur les connaissances acquises. Il s'en faut beaucoup que ce soit un mal, surtout quand il s'agit de questions qui n'ont pas le temps d'attendre. Parlant de déductions parfois prématurées, mais dont il est malaisé de se défendre, j'écrivais l'année dernière [1] :

[1] *Essai sur la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne*, p. 55, au milieu (paru en juillet 1879).

« Il n'est pas indifférent de réfléchir à l'avance aux conséquences de ces faits (ceux qui, simplement, ne contredisent à rien de connu) encore à l'état, non d'hypothèse, mais de prévision. On pourra éviter ainsi de négliger, peut-être de ne pas remarquer du tout tel phénomène, au fond très utile à connaître, mais en apparence insignifiant, parce qu'on n'en saurait saisir les relations avec d'autres phénomènes qui ne s'offriront que plus tard, si ceux-ci n'ont pas été prévus.

» ... A la condition qu'on soit libre de tout parti pris, et qu'on utilise chaque fait bien observé pour éclairer sa marche, ce souci constant des *choses possibles* est une méthode sûre et féconde. »

» Dans les circonstances présentes, deux faits de cet ordre me semblent pouvoir être rappelés utilement. L'étude attentive des travaux de M. Balbiani sur le Phylloxera m'a conduit à énoncer comme une loi, non pas certaine, mais extrêmement probable, que l'AILÉ *ne se rencontre jamais parmi les insectes de* PREMIÈRE ANNÉE (¹), j'entends ceux qui proviennent par générations successives d'un *œuf d'hiver*, dans l'année qui a vu éclore cet œuf. J'ai pu invoquer plus tard, comme une première vérification de cette loi, ce fait si général, et qu'il est impossible jusqu'ici d'expliquer d'une autre manière, que la *réinvasion* d'été ou d'automne, généralement très abondante après un premier traitement, devient insignifiante à partir du second (²).

» Le terrain devenant ainsi plus solide, un nouveau pas en avant est devenu possible. Avec un peu plus de hardiesse dans les déductions, j'ai énoncé comme probable, ou seulement possible, cette autre loi : *Dans la descendance d'un* AILÉ, *l'essaimage est périodique*. Comme la période, si elle existe, est évidemment la même pour tous ces insectes, on peut dire simplement : *L'essaimage est périodique*. J'ajoutais en terminant :

« Pour des raisons qu'il y aurait abus à rapporter ici, je considère comme très probable la période de deux ans (³). »

» Il est nécessaire de préciser. J'ai montré, il y a deux ans (⁴), que la métamorphose en nymphe ne saurait être attribuée à une cause acciden-

(¹) *Discours sur le Phylloxera*, p. 37 et 38, et, à la fin, notes (*d*) et (*e*). — *Comptes rendus*, séance du 8 septembre 1879, p. 503, au milieu. — *Essai* précité, p. 55, au milieu. — *Journal de l'Agriculture*, numéro du 20 décembre 1879, p. 470, l. 10.

(²) *Comptes rendus*, 8 septembre 1879, p. 503 et 504.

(³) *Essai* précité, p. 59, en bas.

(⁴) *Discours sur le Phylloxera* (paru en octobre 1878), p. 34, l. 3. — *Essai* précité, p. 56, au milieu. — J'insiste sur les dates, pour montrer que cette théorie n'est pas faite après coup, mais qu'elle a précédé les faits dont elle va fournir l'explication.

telle, comme serait une nourriture spéciale, mais qu'elle tenait à un principe antérieur et inhérent à l'insecte sur lequel elle s'opère. La loi énoncée exprime que, dans la descendance d'un *ailé*, la transformation s'accomplira la seconde année sur tous les insectes qui en sont capables, en sorte qu'il ne restera plus sur les racines que des individus impropres à la subir eux-mêmes ou à en transmettre le principe à leurs descendants. Ainsi le troisième essaimage viendra, non des aptères qui restent sur les racines après le second, mais des *ailés* qui composaient ce second essaimage, comme ceux-ci sont venus exclusivement de ceux qui formaient le premier.

» Mais, cette période admise pour un moment, il faut bien remarquer qu'il *pourra* y avoir simultanément sur chaque vigne deux essaimages indépendants l'un de l'autre et produits par deux essaims dont le second serait venu une année, ou un nombre impair d'années, après le premier. Pour abréger, je les nomme *essaimage pair* et *essaimage impair*, selon que le *millésime* de l'année où ils se présentent est pair ou impair.

» J'ai signalé le parti qu'on pourrait tirer de cette loi, pour la destruction de l'*œuf d'hiver*, et montré en même temps combien la démonstration expérimentale en serait difficile, bien que la nymphe semble assez commode pour ces recherches ([1]). Ce qui serait plus commode encore, ce sont les galles, si elles n'étaient pas si rares sur les cépages du pays, car les galles observées une année sont la preuve certaine ([2]) qu'un essaimage a eu lieu l'année précédente.

» Deux observateurs, dont aucun assurément n'a lu une seule ligne de ce que j'ai écrit sur ce sujet, apportent une première confirmation de ces idées : M. Laliman signale un malvoisie, placé chez lui dans le voisinage d'un taylor, et qui se trouve couvert de galles *tous les deux ans* ([3]); M. Cotte signale *la bisannualité des galles plusieurs fois observée* à Sorgues, chez M. Villion ([4]). Ce ne sont là que deux faits isolés; mais en voici un autre, d'un caractère très général.

» Au préalable, une courte explication est nécessaire. Il y aurait trois moyens, différents par leur objet et les procédés à mettre en œuvre, d'anéantir un essaimage : 1° détruire, avant qu'ils aient pondu, soit tous les

---

([1]) *Essai* précité, et ici même (*Comptes rendus*, 8 septembre 1879, p. 505, l. 9).

([2]) Réserve faite d'une observation de M. Marion, qui n'aura d'ailleurs que peu d'influence si elle se confirme (*voir* son Rapport de 1878).

([3]) *Comptes rendus*, 2 août 1880, p. 275, au milieu.

([4]) *Comptes rendus*, 6 septembre 1880, p. 464, en bas.

ailés qui le composent, soit tous leurs enfants, les *sexués;* 2° détruire tous les *œufs d'hiver* pondus par les femelles sexuées; 3° détruire tous les *gallicoles* issus de ces *œufs d'hiver*. Il importe peu que ce soit à un ou à un autre de ces trois chaînons qu'on rompe le cycle; pourvu qu'on parvienne à le rompre, le résultat sera le même. Et, si l'on renouvelle l'opération avec succès deux années de suite, les deux cycles seront arrêtés et *il n'y aura plus d'essaimage*. Mais il faut se souvenir qu'il restera et pourra rester longtemps sur les racines des aptères, dont aucun ne subira ultérieurement la transformation en *ailé*. L'*œuf d'hiver* semble pouvoir être détruit assez facilement et à peu de frais, tandis que les *ailés*, les *sexués*, les *gallicoles* sont, pour le moment, hors de nos atteintes; mais il arrive justement que ceux-ci, *surtout les derniers*, sont directement soumis à toutes les influences météorologiques auxquelles l'*œuf d'hiver* échappe sous les écorces. Voici ce que j'écrivais en juillet 1879, et j'arrive maintenant au cœur de mon sujet :

« .... Le commencement du printemps (en 1879), jusque vers le 20 mai, n'a été véritablement que la continuation de l'hiver. Pluie, vent, froid, rien n'a manqué, si bien que, pour la végétation, la vigne est en retard de quatre bonnes semaines. Si l'*œuf d'hiver* a éprouvé les mêmes retards pour les mêmes causes ([1]), nous n'y aurons pas gagné grand'-chose; s'il est éclos à l'époque ordinaire, ou seulement vers le 20 mai, les jeunes *gallicoles* ont dû singulièrement souffrir, *si même, faute de feuilles, ils ne sont pas morts de faim*. Il ne faut pas oublier que M. Boiteau, ayant placé des insectes de la première génération sur les racines les plus appétissantes, n'est jamais parvenu à les y fixer : l'insecte s'agite, n'essaye même pas d'implanter sa trompe et meurt d'inanition (*Comptes rendus*, 10 juillet 1876, p. 133, au milieu). *L'effet du temps calamiteux que nous avons subi pourrait être assez analogue à ce qu'aurait produit un badigeonnage général* ([2]). »

» J'entendais que ce temps calamiteux pourrait avoir détruit les *gallicoles* de première génération, et l'effet être le même que si un badigeonnage *général* eût détruit *partout* les *œufs d'hiver*.

» Et maintenant quelle est la situation aujourd'hui? Des observateurs nombreux signalent une atténuation sensible, cette année, de la maladie phylloxérique, *et en particulier un essaimage très peu important, à peu près nul en quelques endroits;* et cela, non pas sur des points particuliers, mais sur toute l'étendue du territoire viticole, en sorte que ce double phénomène se présente avec le même caractère de généralité qu'avaient les intempéries au

---

([1]) C'est peu probable, son éclosion ne paraissant pas être une affaire de température (voir le *Journal de l'Agriculture*, numéro du 3 janvier 1880, p. 27 et 28).

([2]) *Essai* précité, p. 38 et 39.

printemps de 1879. Or les gallicoles de 1879 venaient de l'essaimage de 1878, qui est l'*essaimage pair*, le même par conséquent qui devait revenir en 1880. La période de deux ans admise, les avaries éprouvées par le premier essaimage en la personne des gallicoles permettaient donc de prévoir le peu d'importance du second, et en fournissent aujourd'hui l'explication la plus naturelle et la plus simple.

» De plus, si l'on se souvient que le produit d'un essaimage reste une partie de la première année sur les feuilles et ne vit tout entier des racines que la seconde année (1), et par suite que son influence ne s'y accuse que cette seconde année seulement, on s'explique fort bien ces exemples, beaucoup plus nombreux, de *vignes renaissantes* (2); et enfin, les intempéries les plus générales étant toujours soumises à des variations locales, on arriverait peut-être à rendre compte de toutes les anomalies observées.

» On a invoqué maintes fois des pluies diluviennes, survenues au cours du dernier été, pour expliquer le *quasi*-avortement de l'essaimage. Outre que ces pluies n'ont pas eu, à beaucoup près, le caractère de généralité propre au phénomène dont on cherchait la cause, elles ne donneraient, je crois, même dans les lieux où elles sont tombées, qu'une explication très insuffisante.

» M. Balbiani a retrouvé ses *ailés* sous les feuilles, et fort bien portants, le lendemain d'une forte averse (1); quant aux *sexués*, n'ayant pas à chercher leur nourriture, il leur est encore plus loisible de se mettre et de rester à l'abri. Un été présentant un déficit notable de la chaleur normale pourrait seul expliquer, et seulement dans les régions tempérées, un fait de cet ordre, parce qu'il se pourrait alors que la transformation en *ailé* ne se fît plus (2). Un tel été serait fort intéressant ; mais ce n'est pas le cas en 1880, et la situation présente me semble pouvoir être interprétée et invoquée en faveur de la période de deux ans.

» Peut-être remarquera-t-on avec intérêt que l'étude du Phylloxera de la vigne est assez avancée pour que le caractère de l'essaimage en 188[illegible]t

---

(1) *Discours sur le Phylloxera*, p. 37 et 38.

(2) S'il n'existe qu'un essaimage (le pair ou l'impair) sur une vigne, un printemps comme celui de 1879 peut suffire à l'y arrêter pour toujours et amener ensuite la disparition de l'insecte par dégénérescence. C'est peut-être bien l'histoire de la plupart des *vignes renaissantes*.

(3) *Comptes rendus*, 14 décembre 1874, p. 1377.

(4) *Journal de l'Agriculture*, numéro du 3 janvier 1880, p. 28, note (1), au bas de la page.

pu être prévu (je ne dis pas annoncé) dix-huit mois à l'avance, et, comme cet *essaimage pair* ne reviendra que peu à peu à son intensité normale, je n'hésite pas à annoncer aujourd'hui que, considéré dans son ensemble, il sera encore relativement faible en 1882, quelles que soient d'ailleurs les circonstances climatériques. »

VITICULTURE. — *Le* Mildew, *Peronospora des vignes* (Peronospora viticola, *Berk.* et *Curt.*). Note de M. **Max. Cornu.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« Le *Mildew*, introduit en Europe par les vignes américaines, commence à inquiéter les viticulteurs. C'est M. J.-E. Planchon qui l'a découvert l'an dernier ([1]) et l'a reconnu dans le midi de la France, de l'est à l'ouest.

» Dès l'année 1873, j'avais signalé le danger de cette introduction, et depuis, à diverses reprises, j'y ai insisté ([2]); c'est aujourd'hui un fait accompli, et la situation actuelle nous crée de nouveaux devoirs.

» J'ai pu me rendre cet automne près de Bayonne et près de Perpignan, et y rencontrer des matériaux d'étude jusqu'aux premiers jours du mois de décembre. Dans certaines localités, à Banyuls-sur-Mer, le *Mildew* existait *sur tous les ceps* dans l'immense vignoble de cette région; à Saint-Jean-de-Luz, loin des grandes cultures, beaucoup de treilles et la plupart des lambrusques des haies étaient attaquées; la maladie est générale.

» Le *Mildew* sera dans peu de temps, peut-être l'an prochain, répandu sur toute la France et il est encore presque inconnu dans les régions où il sévit.

» Le champignon forme des taches blanches nacrées, à la face inférieure des feuilles; au microscope, il apparaît comme constitué par des filaments dressés, munis de courts rameaux, parfois rameux eux-mêmes, insérés à angle droit et portant des spores nées à l'extrémité de longs stérigmates groupés à l'extrémité de ces rameaux.

» Les spores sont pyriformes allongées, attachées par la partie effilée. Je n'ai pu, à l'arrière-saison, en obtenir le développement en zoospores, comme mon ami M. le Dr Farlow, peut-être à cause de la température trop basse (7°-14°) de ma chambre, où je ne pouvais avoir de feu.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 6 octobre 1879, p. 600.

([2]) *Recueil des Savants étrangers*, t. XXII, n° 6, p. 35-36; 1873. — *Comptes rendus*, séance du 23 juillet 1877; *ibid.*, séances des 18 novembre et 9 décembre 1878.

» Les filaments sporifères sont, comme les spores, de tailles très inégales; les uns peuvent atteindre $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ de millimètre, tandis que d'autres sont moitié moindres. On en observe même qui, par une particularité très curieuse, sont à la fois couchés et buissonnants, et d'autres enfin réduits à de simples bouquets de stérigmates. Les spores sont alors parfois fort grandes et peuvent atteindre $\frac{1}{80}$ à $\frac{1}{60}$ de millimètre. Cette disposition coïncide quelquefois avec la présence de rameaux ordinaires; dans certains cas, elle se montre exclusivement, et l'on serait tenté de la considérer comme caractérisant une espèce différente.

» Le mycélium du *Peronospora* s'insinue entre les cellules de la feuille; il n'y enfonce que des suçoirs; il ne traverse pas ces éléments et n'apparaît au dehors que par les pores naturels, les stomates : c'est pour cela que les efflorescences blanches du champignon sont confinées sur la face inférieure de la feuille et qu'on n'en voit pas, d'ordinaire du moins, sur les raisins et sur les rameaux.

» Dans certains cas, le mycélium se soude à ses propres rameaux et est muni de contours rentrants, d'un effet singulier.

» Le tissu des feuilles adultes est assez coloré et tourne aisément au brun; le mycélium s'y voit difficilement, et la recherche des oospores est rendue ainsi très ardue. Je n'en ai observé que d'une manière assez douteuse et peu nette, au milieu des éléments remplis de matières foncées et opaques, résistant à l'action des réactifs usuels; mais je ne doute cependant pas que les feuilles n'en puissent renfermer à profusion. Pour le *Peronospora infestans* de la pomme de terre, des difficultés semblables se sont présentées.

» Les filaments dépourvus de spores subsistent longtemps à la surface de la tache qu'ils ont produite, et on peut les reconnaître au microscope; mais il y a un grand nombre de cas où on ne les y observe pas, soit qu'ils aient terminé leur existence, soit qu'ils n'aient point encore paru au dehors.

» Il semble donc nécessaire d'étudier avec soin l'apparence extérieure des feuilles attaquées, d'en reconnaître les altérations, de rechercher la nature, les causes et d'analyser les effets déterminés par le champignon parasite.

» L'aspect extérieur des feuilles attaquées varie considérablement suivant l'âge des feuilles ou du champignon, la situation de celui-ci, la saison et les conditions de l'atmosphère : le champignon occupe toujours la face inférieure.

» Cet aspect est quelquefois assez caractéristique et ne doit pas être con-

fondu avec les effets de l'*oïdium*. J'ai cherché à réunir les altérations, extrêmement variables, sous trois formes, qui paraissaient générales sur les cépages et dans les conditions de l'observation.

» A. *Les feuilles sont jeunes, d'un vert jaunâtre, tendres et souvent destinées à s'accroître encore.*

» Les taches du *Mildew* sont arrondies et blanches; la partie supérieure de la feuille est d'abord un peu jaunâtre; elles déterminent le brunissement et le desséchement de cette partie; la feuille peut, dans son accroissement ultérieur, se crisper ou même se déchirer.

» B. *Les feuilles sont adultes, d'un vert assez foncé, ou revêtant déjà la teinte automnale; elles sont coriaces.*

» b_1. *Les taches sont isolées.* — Les taches sont en général polygonales, limitées aux nervures petites ou grandes; le tissu de ces nervures est sans méat, et le mycélium ne les a pas franchies. Elles sont foncées, brunes, ou d'abord plus vertes que le fond; le mycélium y est généralement demeuré vivant et peut encore émettre des spores, propriété très dangereuse par les temps humides.

» La feuille est comme *mouchetée;* cette apparence est très spéciale, plus visible à la face supérieure.

» Sur la feuille âgée, les taches se rapprochent des nervures principales et de leur point de réunion.

» b_2. *Les taches sont confluentes.* — Les taches précédentes s'entourent d'une auréole de tissu desséché, ce qui modifie l'apparence générale; mais les mouchetures sont plus foncées que le fond desséché, qui occupe souvent l'extrémité des lobes ou la base des nervures principales.

» Des coupes transversales de la feuille montrent que dans ces différents cas le tissu est entièrement frappé de mort. Une partie importante du limbe est ainsi détruite; souvent le pétiole se désarticule et tombe.

» Plusieurs personnes ont considéré cette affection comme bénigne; M. J.-E. Planchon semble être de cet avis : la grappe, en effet, ne paraît pas être attaquée directement, comme par l'anthracnose ou l'*oïdium;* mais songeons que toutes les Péronosporées sont redoutables chacune sur la plante attaquée. D'après M. Oliver, de Collioure, dont le dévouement à la question viticole est bien connu, le *Mildew* peut devenir désastreux; il a déjà modifié la qualité du raisin (abaissé le titre du vin), et dans certains cas il l'a empêché de mûrir; enfin un certain nombre de vignes, et j'en ai vu quelques-unes à Banyuls-sur-Mer, ont, après la chute de leurs feuilles, émis des pousses nouvelles, dépensant déjà les réserves destinées à l'avenir :

cette végétation tardive est l'indice, chez beaucoup de plantes, d'un état indiscutable de souffrance et d'affaiblissement.

» Il reste à indiquer les différences qui caractérisent les effets de l'*oïdium*, de l'anthracnose, du *Peronospora*, ainsi que les méthodes qui permettront peut-être d'enrayer la marche de leur dissémination. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Nouveau procédé pour la destruction du kermès du figuier* (Ceroplastes rusci *Lin*). Note de M. P. GENNADIUS.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les cochenilles sont des insectes qui causent souvent des dégâts énormes à l'arboriculture méridionale. Ainsi, il y a des années où nos récoltes d'oranges, de citrons, d'olives et de figues sont décimées par différentes espèces de cette famille. Tous les moyens qu'on a proposés jusqu'à ce jour, pour la destruction de ces parasites, sont imparfaits ou inapplicables dans la grande culture.

» Ainsi, le traitement des arbres attaqués, par l'aspersion d'un mélange d'eau et de pétrole [1], quand même il est opéré à l'aide de la pompe-seringue la plus parfaite, n'arrive jamais à atteindre tous les organes aériens de l'arbre. De plus, ce mélange, à cause de la nature même des liquides qui le composent, ne peut jamais être assez homogène, de sorte que le pétrole, venant sur l'arbre en grosses gouttes, brûle ses parties les plus tendres. Pour obvier à cet inconvénient, on a eu recours à différents procédés au moyen desquels le mélange, avant d'être projeté sur l'arbre, serait si bien battu, que le pétrole se diviserait dans l'eau en globules qui ne pourraient pas nuire aux parties tendres.

» Mais toutes ces inventions, bonnes en théorie, ont dû être abandonnées, à cause de la main-d'œuvre et des dommages causés par le pétrole aux tubes en caoutchouc dont on se servait pour faire passer le mélange de la machine à la pompe.

» Je crois cependant que ces insuccès ne doivent pas nous décourager, puisqu'avec le temps on peut arriver ou à perfectionner les moyens connus, ou à mettre en pratique les belles expériences de M. Metschnikoff, ou

---

[1] Ce mélange, proposé pour la première fois en Italie, est maintenant, faute de mieux, employé fréquemment contre le *Mytilaspis flavescens* Targ., qui sévit sur les Hespéridées de ce pays. Il se compose de 90 parties d'eau et de 10 de pétrole.

même à profiter de certaines connaissances pratiques, acquises par les cultivateurs de pays peu explorés ([1]). Grâce à ces connaissances, je crois avoir fait une découverte qui sera de quelque utilité aux agriculteurs du midi de l'Europe.

» Le *Ceroplastes rusci* est l'insecte le plus nuisible au figuier. Ce gallinsecte se multiplie parfois tellement, qu'il arrive à presque couvrir les feuilles, les fruits et les branches de cet arbre. Le figuier ainsi attaqué s'épuise, et quelquefois on est forcé de l'arracher. En Grèce, j'ai vu des centaines de figuiers, attaqués par cette cochenille, perdre entièrement leurs fruits pendant deux années de suite, ce qui arrive d'ailleurs souvent en Italie, dans le midi de la France ([2]) et ailleurs.

» En Messénie, où le figuier se cultive en grand, quand cet arbre est attaqué par le *Ceroplastes*, les cultivateurs, vers le mois d'août, après avoir cueilli les fruits les plus sains, enlèvent et brûlent ou jettent à la mer toutes les feuilles et les rameaux les plus attaqués. Par ce procédé, ils arrivent non seulement à diminuer le nombre des parasites, mais à faire disparaître même une partie (souvent assez considérable) des insectes attachés sur les branches et les fruits de l'arbre, lesquels n'ont pas été enlevés.

» Cette disparition pour ainsi dire spontanée, j'ai dû l'attribuer à la déperdition du latex, provoquée par les plaies causées à l'arbre par l'enlèvement de ses feuilles et de quelques-uns de ses rameaux. J'ai alors pensé que, si cette interprétation était juste, on pourrait en profiter pour se débarrasser des parasites en forçant l'arbre, au moyen de plusieurs plaies, à perdre une grande quantité de latex.

» Pendant le mois de juin 1879, j'ai fait plusieurs incisions longitudinales sur le tronc et les branches les plus grosses de deux figuiers attaqués par ces insectes. Deux mois après, quand je les ai revus, ces figuiers ne portaient plus de parasites. Il est vrai que leurs fruits n'étaient pas aussi abondants que les années précédentes; faut-il l'attribuer à la déperdition du latex, ou plutôt aux attaques antérieures des *Ceroplastes*?

([1]) Les effets insecticides de la submersion sont connus en Grèce depuis des siècles. Les vignes de ce pays sont parfois attaquées considérablement par l'*Otiorynchus sulcatus*, l'*O. impressipennis* et l'*O. raucus*. Les vignerons de l'éparchie d'Élie, qui ont à leur disposition assez d'eau, pour se débarrasser de ces insectes, submergent leurs vignobles pendant l'hiver.

([2]) Voir Boisduval, *Essai sur l'Entomologie horticole*, p. 322; *Ministero di Agricoltura, etc.: Relazioni intorno alle condizioni della Agricoltura nel quinquennio* 1870-1874, vol. I, p. 826 (Roma, 1876).

» J'espérais pouvoir répéter mes expériences sur une grande échelle l'été dernier; mais, les parasites des figuiers des environs du pays que j'habitais ayant été détruits par la rigueur exceptionnelle de l'hiver, j'ai été contraint de remettre mes expériences à une autre époque. »

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note relative à « la loi générale des mouvements dans le système solaire ».

(Commissaires : MM. Lœwy, Tisserand.)

M. A. Bouyssy adresse une Note relative à un projet de lunette astronomique, formée de deux parties à angle droit, avec un prisme à réflexion totale.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. D. Carrère adresse la suite de son Mémoire sur la résolution de l'équation du sixième degré, lorsque toutes les racines sont imaginaires.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. Sauvageot et Gauthier adressent, par l'entremise de M. Robin, une Note intitulée « Les tissus végétaux au contact de l'air, source d'électricité ».

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un fascicule de la « Description des ossements fossiles des environs d'Anvers, par M. *P.-J. van Beneden* (Pinnipèdes et Amphithériens) »;

2° Un opuscule de M. *Pr. de Lafitte*, intitulé « Essai sur la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d 1880 (Hartwig), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

« Ces observations font suite à celles qui sont imprimées dans les *Comptes rendus* (t. XCI, p. 610). Elles ont été faites avec un micromètre à gros fils.

Dates. 1880.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ✱—☆	Log. fact. par.	Déclinaison. ✱—☆	Log. fact. par.
			m s			
Oct. 9.	*a*	7,5	+ 1.17,30	+ (1̄,558)	— 5′.24″,0	+ (0,704)
10.	*b*	8	— 0.27,47	+ (1̄,550)	— 1.56,4	+ (0,707)
11.	*c*	9	+ 1. 1,62	+ (1̄,580)	+ 1.23,0	+ (0,735)
12.	*d*	9	— 0.56,40	+ (1̄,544)	— 5.40,6	+ (0,720)
18.	*e*	»	+ 0.16,59	+ (1̄,509)	— 1.36,5	+ (0,737)
24.	*f*	7,5	+ 1.52,88	+ (1̄,512)	+ 5.21,0	+ (0,760)
25.	*g*	8	— 1.51,28	+ (1̄,542)	+ 0.45,6	+ (0,771)
29.	*h*	9	— 1.38,62	+ (1̄,508)	+ 0. 4,9	+ (0,770)
30.	*i*	9	— 0.20,65	+ (1̄,509)	— 1.15,1	+ (0,772)
Nov. 3.	*j*	8,5	— 0.54,02	+ (1̄,432)	+ 2.22,4	+ (0,768)
4.	*k*	8	+ 2. 6,64	+ (1̄,508)	— 2.43,5	+ (0,781)
22.	*l*	12	— 0.18,19	+ (1̄,550)	+ 4.12,5	+ (0,802)
27.	*m*	9	+ 0. 7,27	+ (1̄,538)	+ 3.33,9	+ (0,802)

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1880.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1880,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 9.	*a* 30430 Lalande......	16.36.58,10	+1,98	+22. 5.13,2	+ 4,2	Lalande.
10.	*b* 1448 Weisse, H. XVI.	16.47.30,69	+2,03	+21.10.29,8	+ 5,1	Weisse.
11.	*c* 1639 Weisse, H. XVI.	16.54.15,47	+2,07	+20.16.41,6	+ 5,5	Weisse.
12.	*d* 3238 Arg.-Z. + 19°..	17. 3.25,08	+2,12	+19.37.49,8	+ 6,2	Bonn, t. VI.
18.	*e* Anonyme..........	17.35.47	+2,28	+15.43.56	+ 8,3	
24.	*f* 3362 Arg.-Z. + 12°..	17.56.25,81	+2,39	+12.45.38,9	+ 9,5	Bonn, t. VI.
25.	*g* 6252 Rumker.......	18. 3.15,11	+2,42	+12.26.53,2	+10,1	Rumker.
29.	*h* 284 Weisse, H. XVIII	18.13.49,17	+2,45	+11. 7.32,4	+10,6	Weisse.
30.	*i* 3480 Arg.-Z + 10°...	18.14.57,0	+2,45	+10.50.43	+10,5	Argel.-Zones.
Nov. 3.	*j* 34224 Lalande......	18.24.17,16	+2,48	+ 9.45.31,9	+10,9	Lalande.
4.	*k* 520 Weisse, H. XVIII.	18.23.22,24	+2,47	+ 9.36.24,7	+10,7	Weisse.
22.	*l* Anonyme..........	18.54.51	+2,53	+ 6.49.14	+11,8	
27.	*m* 1540 Weisse, H. XVIII	19. 0.57,38	+2,53	+ 6.25.57,4	+11,7	Weisse.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1880.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Oct. 9.......	7.17. 3	16.38.17,38	+ 21.[illegible].53,4	24 : 15
10.......	7.16.55	16.47. 5,25	21. 8.38,5	25 : 20
[illegible].......	7.52.51	16.55.19,16	20.18.10,1	18 : 10
12.......	7.23.51	17. 2.30,80	19.32.15,4	29 : 18
18.......	7.30.13	17.36. 6,2	15.38.27	12 : 10
24.......	7.18.41	17.58.21,08	12.51. 9,4	30 : 20
25.......	7.42.52	18. 1.26,25	12.27.48,9	23 : 16
29.......	[illegible].12.22	18.12.13,00	11. 7.47,9	23 : 15
30.......	[illegible].14.13	18.14.38,8	10.49.38	23 : 15
Nov. 3.......	6.20.58	18.23.25,62	9.48. 5,2	18 : 10
4.......	7. 3.30	18.25.31,35	9.33.51,9	27 : 15
22.......	7. 1.29	18.54.35,3	6.53.39	5 : 10
27.......	6.35.38	19. 1. 7,18	6.29.43,0	6 : 10

» *Remarques.* — Les différences ☄ — ★ sont corrigées de la réfraction.

» J'ai déterminé, avec l'équatorial, les anonymes *e*, *l* respectivement par rapport aux étoiles 3241 Arg.-Zone + 15° et 3999 Arg.-Zone + 6°; j'ai trouvé ainsi :

	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparais.
	m s	′ ″	
★ *e* — ★ 3241 Arg.-Zone + 15°.....	+ 0.54,27	— 2. 0,0	6 : 5
★ *l* — ★ 3999 Arg.-Zone + 6°.....	— 1.35,50	+ 2.55,2	3 : 5

» Octobre 29. — Observation souvent interrompue par les nuages.

» Novembre 22. — La comète est extrêmement faible, sans concentration; elle ne s'aperçoit qu'à l'approche du fil. Mesures très incertaines. Même remarque le 27 novembre. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Hartwig* (*d* 1880) *et sur la comète Swift* (*e* 1880). Note de MM. Schulhof et Bossert, présentée par M. Mouchez.

« *Comète Hartwig.* — Dans deux circulaires de l'Observatoire de Strasbourg, M. Winnecke annonçait l'identité probable de la comète découverte par M. Hartwig avec les comètes des années 1382, 1444, 1506 et 1569, et attribuait à cette comète une durée de révolution de 62 ⅓ ans ou d'un sous-multiple de cet intervalle. MM. Schur et Hartwig, dans l'hypothèse d'une révolution de 62 ⅓ ans, ont calculé une orbite de la comète à l'aide des trois observations des 29 septembre, [illegible] octobre et 24 octobre. La repré-

sentation du lieu moyen a laissé subsister les écarts $\Delta\lambda \cos\beta = -27'',6$ et $\Delta\beta = -28'',1$, tandis qu'avec l'hypothèse de la parabole l'erreur dans la latitude du lieu moyen s'élevait à $127''$. Il y avait donc toute présomption de regarder comme justifiée l'hypothèse de M. Winnecke. Mais, M. Peters ayant pu encore satisfaire avec la parabole à trois observations d'un intervalle de temps aussi grand que celui des éléments elliptiques, il fallait que l'une des observations employées dans l'un ou l'autre calcul fût erronée. Nous avons entrepris une recherche dans le but de connaître l'orbite qui représenterait le mieux les observations publiées. Nous avons calculé une éphéméride rigoureuse avec les éléments de MM. Schur et Hartwig, et les observations comparées à cette éphéméride ont donné les résultats suivants :

Dates. 1880.	Lieu d'observation.	Observation-Calcul. $d\alpha \cos\delta$.	Observation-Calcul. $d\delta$.	Dates. 1880.	Lieu d'observation.	Observation-Calcul. $d\alpha \cos\delta$.	Observation-Calcul. $d\delta$.
		s	''			s	''
Sept. 29	Strasbourg......	+0,89	+ 7,3	Sept. 30	Kiel..........	+0,04	− 50,7
30	Strasbourg......	−0,53	−64,1	30	Pola..........	−0,53	− 34,7
30	Kremsmunster..	−2,68	− 8,4	30	Lund.........	−1,11	− 42,6
30	O'Gyalla.......	−0,33	−63,5				
Oct. 1	Pola...........	+0,53	−49,8	Oct. 2	Washington....	+0,79	− 56,6
1	Washington.....	+0,23	−47,0	3	Leipsic........	+0,24	− 60,7
1	Kremsmunster..	+0,09	−48,1	3	Arcetri........	+0,61	− 50,1
1	Strasbourg.....	+1,01	−36,4	3	Clinton........	+0,35	− 53,5
1	Marseille.......	+0,08	−53,0	4	Paris.........	−0,04	− 52,5
1	Paris..........	+0,40	−43,2	4	Marseille.......	−0,54	− 50,5
2	Marseille.......	−0,47	−45,9	6	Washington....	−0,44	− 54,0
Oct. 8	Marseille.......	−0,73	−51,9	Oct. 11	Paris.........	−1,37	− 45,4
8	Clinton.........	−1,43	−48,7	11	Washington....	−1,58	− 41,2
9	Paris..........	−1,34	−48,4	11	Paris.........	−1,28	− 44,6
9	O'Gyalla.......	−0,97	−46,6	12	Paris.........	−1,70	− 45,1
9	Washington....	−1,62	−48,5	12	Paris.........	−1,39	− 36,4
10	Rome..........	−1,88	−47,8	13	Kiel..........	−1,20	− 35,3
10	Paris..........	−1,85	−40,1	14	Arcetri........	−1,41	− 31,4
10	Clinton........	−1,19	−46,9	Oct. 14	Kiel..........	−1,29	− 29,1
Oct. 18	Paris..........	−1,09	−14,8	Oct. 24	Kiel..........	−0,11	+ 10,9
21	Kiel..........	−0,47	−46,9	24	Paris.........	−0,05	+ 1,0
22	Arcetri........	−0,90	−12,0	25	Paris.........	+0,02	+ 3,2
23	Kiel..........	+0,13	− 4,8	27	O'Gyalla......	+1,00	+ 6,7
Oct. 30	Paris..........	+0,92	+ 6,5	Nov. 3	Paris.........	+1,34	+ 45,2
Nov. 2	Berlin.........	+1,87	+30,5	4	Leipsic........	+2,22	+ 26,5
2	O'Gyalla.......	+2,78	+27,2	4	Dusseldorf.....	+2,05	+ 36,9
2	Leipsic........	+1,87	+20,6	4	Paris.........	+1,02	+ 48,9
3	Berlin.........	+1,70	+45,0				
Nov. 27	Paris..........	+3,42	+86,3	Nov. 29	Arcetri........	+2,05	+ 94,5
28	Arcetri.......	+2,40	+94,2	30	Arcetri.......	+2,11	+107,5

» Au moyen des observations faites jusqu'au 4 novembre, nous avons formé cinq lieux normaux. Dans le cours de nos calculs, nous avons pu ajouter un sixième lieu, grâce à l'obligeance de MM. Tempel et Bigourdan. Les positions normales sont rapportées à l'équinoxe 1880,0.

	Temps moyen de Berlin.	Æ.	Ø.
I.	Septembre 30,25......	216°46'59",7	+29°28'47",4
II.	Octobre 3,0......	229.33.31,0	+27.43.38,2
III.	11,0......	253. 7.45,4	+20.35.36,4
IV.	23,5......	268.54.56,6	+13.11.11,3
V.	Novembre 3,5......	275.57.22,0	+ 9.44.55,6
VI.	29,0......	285.47.50,6	+ 6.23.22,4

» En variant les distances à la Terre du premier et du cinquième lieu de manière à satisfaire le mieux possible aux quatre autres lieux normaux, nous avons obtenu les éléments elliptiques suivants :

T................	Septembre 6,92303, temps moyen de Berlin.	
☊................	45°12' 1",2	1880,0
π................	8° 1' 7",1	1880,0
i................	141°53'37",5	1880,0
log q............	9,549263	
log e............	9,998697	

» Les positions déduites de ces éléments donnent comme résidus de la comparaison avec les lieux normaux les valeurs suivantes :

	Observation-Calcul.	
	$d\alpha \cos\delta$.	$d\delta$.
Octobre 3,0..................	+7",4	+0",3
11,0..................	−3,2	−3,6
23,5..................	−4,8	−5,3
Novembre 29,0..................	−2,9	−3,1

» Ces éléments donnent à la comète une durée de révolution de 1280 années environ; cette durée est bien incertaine. Il est néanmoins peu probable qu'une révolution de $62\frac{1}{3}$ ans soit possible. Nous nous proposons de rechercher prochainement les erreurs que laisserait subsister cette hypothèse de $62\frac{1}{3}$ ans, et, dans le cas de son impossibilité, nous essayerons de déterminer les limites possibles de la révolution. »

» *Comète Swift.* — Les éléments de la comète Swift, déduits des premières observations, ressemblent tant à ceux de la comète III 1869, qu'on a tout lieu de conclure à leur identité. Mais la comète a-t-elle accompli dans cet intervalle une ou plusieurs révolutions? Dans le but de résoudre cette question, nous avons entrepris des calculs pour les deux hypothèses de révolution : $5\frac{1}{2}$ ans et 11 ans. En comparant les observations publiées avec une éphéméride, nous avons été conduits à exclure les observations d'octobre 25 et 28 Boston, et nos calculs sont basés sur les observations octobre 31 Odessa, novembre 9 Dun-Echt, Paris et Strasbourg, et novembre 27 Paris.

» Les éléments ci-dessous montrent que l'hypothèse de $5\frac{1}{2}$ ans est de beaucoup plus probable que celle de 11 ans. Pour cette dernière hypothèse, nous donnons deux systèmes d'éléments avec les écarts des lieux moyens. De l'examen de ces écarts il ressort qu'en voulant faire disparaître l'erreur en longitude, on augmenterait l'erreur en latitude; c'est pourquoi nous n'avons pas poussé plus loin l'approximation.

Hypothèse $5\frac{1}{2}$ *ans.*	*Hypothèse* 11 *ans.*	
T = 1880 octobre 31,5	T = 1880 octobre 31,5.	
$M = 358°38'42'',5$	$M = 359°19'45'',9$	$M = 359°19'26''0$
$\pi = 43°\ 4'32'',9$ } 1880,0	$\pi = 42°29'18'',6$	$\pi = 42°33'\ 2'',2$
$\Omega = 296°51'32'',7$ } 1880,0	$\Omega = 296°38'38'',8$	$\Omega = 296°28'13'',4$
$i = 5°23'32'',1$	$i = 6°\ 9'23'',3$	$i = 6°\ 9'41'',3$
$\varphi = 41°\ 3'25'',0$	$\varphi = 51°21'57'',4$	$\varphi = 51°21'24'',0$
$\log a = 0,492684$	$\log a = 0,693420$	$\log a = 0,693204$
$d\lambda''\cos\beta_{''} = -\ 4'',7$	$\delta\lambda''\cos\beta_{''} = +172'',7$	$\delta\lambda''\cos\beta_{''} = +92'',4$
$\delta\beta_{''} = +32'',5$	$\delta\beta_{''} = +\ 74'',4$	$\delta\beta'' = +79'',2$

» L'erreur en latitude, quoique sensiblement diminuée dans l'hypothèse d'une révolution de $5\frac{1}{2}$ ans, est encore toujours assez grande et du même signe que dans la seconde hypothèse, et semble indiquer la possibilité d'une révolution de $3\frac{2}{3}$ ans. Mais cet écart peut aussi bien être dû à des erreurs d'observation.

» Nous nous proposons de continuer nos recherches, lorsque nous aurons plus d'observations à notre disposition, et d'examiner si les observations de 1869 peuvent contribuer à la détermination de la durée de la révolution. »

GÉODÉSIE. — *Sur la méthode employée par d'Aubuisson, en 1810, pour la mesure des bases géodésiques.* Lettre de M. LAUSSEDAT à M. le Secrétaire perpétuel.

« Paris, le 4 décembre 1880.

» J'ai l'honneur de vous adresser un renseignement qui me semble présenter quelque intérêt au point de vue de l'Histoire de la Géodésie. Vous jugerez s'il est, en effet, digne d'être communiqué à l'Académie, qui n'a jamais cessé de prêter son attention aux progrès d'une science éminemment française, et dont les promoteurs lui ont appartenu pour la plupart.

» Il s'agit de la manière de mesurer les bases.

» On sait que, jusque dans ces derniers temps, les appareils destinés à la mesure des bases se composaient d'un certain nombre de règles placées bout à bout, sur l'alignement de la base, et formant ce que les géodésiens appelaient une *portée*. La première règle de cette portée était ensuite placée à la suite de la dernière, et les différentes règles venaient prendre successivement leur place l'une après l'autre pour former une nouvelle portée. Les inconvénients de cette méthode sont nombreux : ainsi, les règles ne pouvaient pas être placées exactement au contact l'une de l'autre, et il fallait mesurer le petit intervalle qui les séparait ; les règles, généralement au nombre de quatre, n'avaient pas rigoureusement la même longueur, et leur étalonnage prenait un temps considérable. L'idée d'employer une seule règle, transportée successivement entre des repères placés sur l'alignement de la base, a donc été adoptée comme procurant une grande simplification, en même temps qu'une garantie de précision. La longueur de cette règle n'était plus comptée entre ses extrémités elles-mêmes, mais entre deux traits voisins de ces extrémités, et faciles à observer.

» On attribue généralement cette idée heureuse au major piémontais Porro, qui était établi à Paris en 1848 ou 1849, et qui la fit connaître en effet vers cette époque. J'ai assisté aux explications qu'il donna alors aux officiers du Dépôt de la Guerre, explications à la suite desquelles M. le lieutenant-colonel Hossard fit exécuter, en 1854, la règle qui a servi, en 1866 et en 1867, à M. le lieutenant-colonel Perrier (alors capitaine), pour la mesure des bases de Bône et d'Oran.

» J'avais également été témoin de la belle opération faite par les officiers espagnols, en 1858, pour mesurer la base centrale de Madridejos, destinée à servir de premier côté à la triangulation de la péninsule. Or cette opération, dont j'ai eu l'honneur de rendre compte à l'Académie, avait été effectuée avec une seule règle bimétallique, construite par notre grand artiste,

Brunner, et nous étions tous convaincus qu'elle était la première qui eût été entreprise dans le nouveau système dû au major Porro.

» Je crois donc que toutes les personnes qui ont eu ou qui auront l'occasion de mesurer des bases me sauront gré de leur indiquer le passage suivant d'un Mémoire de M. d'Aubuisson, ingénieur des Mines, lu à la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut le 26 mars et le 9 avril 1810, et sur lequel MM. Laplace, Biot et Arago avaient fait un Rapport le 22 mai de la même année. Elles reconnaîtront sans doute que la nouvelle méthode, recommandée désormais exclusivement, si je ne me trompe, par la Commission géodésique internationale, a été pratiquée, il y a plus de soixante-dix ans, avec beaucoup d'habileté, par notre compatriote d'Aubuisson.

» Il s'agissait de mesurer, dans la plaine du Piémont, au nord de Turin, une base destinée à appuyer des opérations trigonométriques ayant pour objet la détermination de la hauteur du sommet du mont Gregorio, à l'entrée de la vallée d'Aoste. Voici le passage en question :

« Pour mesurer cette base, nous fîmes faire à Turin, par le mécanicien de l'Académie, en même temps vérificateur des poids et mesures métriques, une grande règle en bois de sapin, ayant $5^{m},01$ de longueur; ses extrémités furent garnies en cuivre, et l'on y marqua, avec toute l'exactitude possible, par deux lignes transversales, le commencement et la fin des 5^{m}. L'étalon qui fut employé à cette graduation était en fer et avait été fait sur un des treize originaux remis aux députés du Piémont lors de l'établissement du système métrique. Sa température était de 13° C. lors de la division.

» Le même mécanicien nous fit, en outre, deux espèces de boîtes de cuivre, destinées à recevoir les extrémités de la règle. Elle se plaçaient sur la tête du piquet (planté sur l'alignement de la base) et s'y fixaient, lorsqu'il était nécessaire, à l'aide d'une vis de pression. On avait tracé, sur la partie supérieure, une ligne destinée à coïncider avec celle marquée sur l'extrémité de la règle qui reposait dessus.

» Lorsqu'on voulut procéder à la mesure de la base, on fixa une boîte sur le piquet n° 1; on plaça l'autre sur le n° 2, mais sans l'y arrêter; on posa ensuite la règle de manière que la division 0^{m} coïncidât parfaitement avec la ligne tracée sur la première boîte, et on avança la seconde jusqu'à ce qu'il y eût coïncidence entre sa ligne et la division 5^{m}; alors on serra les vis et la première distance fut mesurée. On enleva la première boîte et on la porta sur le piquet n° 3; la règle fut posée de manière que la division 0^{m} répondît exactement à la ligne de la boîte restée fixe sur le n° 2; alors on disposa l'autre boîte sur le n° 3, comme il avait été précédemment fait sur le n° 2; ainsi de suite....

» Nous mîmes à ce travail tout le soin et toute l'exactitude dont nous étions susceptibles, et, quoique nous n'eussions que 134 distances ou 670^{m} à mesurer, et que les piquets eussent été préparés et alignés d'avance, cette seule opération nous occupa quatre jours [1]. »

---

[1] *Mémoire sur la mesure des hauteurs à l'aide du baromètre*, par M. d'Aubuisson, ingénieur au corps impérial des Mines, inséré dans le *Journal de Physique*, cahiers de juin 1810, p. 43, et juillet, p. 5).

PHYSIQUE. — *Sur le calcul des hauteurs au moyen des observations barométriques.* Note de M. A. Angot.

« J'ai indiqué récemment ([1]) un nouveau moyen de calculer les hauteurs au moyen des observations barométriques; je demande à l'Académie la permission de revenir sur ce sujet et de citer quelques nombres qui montreront le degré de précision que l'on peut attendre d'observations de ce genre.

» Pendant longtemps, on a vérifié toutes les formules barométriques au moyen des observations du grand Saint-Bernard. C'était en effet la seule station élevée où l'on fît des observations régulières, que l'on pouvait, de plus, comparer aisément à celles de l'observatoire de Genève. Toutefois, le choix de ces deux stations est loin d'être irréprochable.

» Le couvent du grand Saint-Bernard est situé dans un col dominé de tous côtés et formant un long couloir qui est dirigé du nord-est au sud-ouest. Quel que soit le sens de la circulation générale de l'atmosphère, le vent n'y souffle jamais que de l'une ou l'autre de ces deux directions. C'est ce qui ressort, du reste, de l'examen des observations. Il est donc impossible de considérer l'air comme étant, au grand Saint-Bernard, dans des conditions normales et comparables avec celles de Genève.

» D'autre part, les deux stations sont à plus de 80^{km} de distance et séparées par un massif montagneux énorme, la double chaîne du Buet et du mont Blanc. La pression barométrique réduite au niveau de la mer ne peut donc vraisemblablement être considérée comme étant la même en ces deux stations, de sorte qu'une formule même absolument exacte donnerait forcément un résultat différent de l'altitude vraie.

» Enfin la région qui comprend Genève et le grand Saint-Bernard est à peu près en dehors des grands mouvements atmosphériques qui se font sentir en Europe. La plupart des bourrasques passent, en effet, bien au nord ou au sud de la Suisse, et, quand par hasard une d'elles aborde ce pays, elle n'y parvient que très affaiblie. Les hauteurs déterminées par le baromètre à différentes époques ne doivent donc présenter que des écarts relativement faibles, et l'on serait conduit par là à attribuer à la formule une précision que l'on ne retrouverait plus dans des conditions ordinaires.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 22 novembre 1880, p. 851.

» Pour ces raisons, je n'insisterai pas ici sur les résultats qu'ont donnés mes Tables appliquées aux observations de Genève et du Saint-Bernard. Je me bornerai à signaler que la moyenne des cinq dernières années a donné une différence de niveau calculée de 2066m,2, la différence vraie étant de 2070m. Dans les mêmes conditions, les Tables de M. Plantamour, qui comptent parmi les meilleures que l'on ait proposées jusqu'à ce jour, mais qui obligent à des calculs assez longs, ont donné 2067m,7. De plus, l'écart d'une détermination isolée à la moyenne générale est environ trois fois plus grand avec ces dernières Tables qu'avec celles dont j'ai indiqué le principe.

» Nous possédons maintenant en France des stations qui sont dans des conditions beaucoup plus favorables pour l'étude des formules barométriques : telles sont les deux stations du Puy-de-Dôme, plaine et sommet, qui sont seulement à 9km en ligne droite, et présentent une différence de niveau de 1079m. Le pic du Midi, dont la hauteur est bien plus grande, aurait été préférable encore; mais il n'existe pas jusqu'ici à la base de station dont les observations puissent être associées à celles du sommet.

» J'ai donc calculé au moyen de mes Tables la différence de hauteur des deux stations du Puy-de-Dôme, au moyen des observations qui y ont été faites six fois par jour, sans lacunes, en 1878 et 1879. Le Tableau suivant donne, pour chaque mois, la différence entre la hauteur calculée et la hauteur vraie :

Différence : hauteur calculée, hauteur vraie.

	1878.	1879.		1878.	1879.
	m	m		m	m
Janvier....	+14,6	+0,7	Juillet.....	+ 1,7	— 7,5
Février....	+ 8,0	+7,7	Août......	— 1,0	— 8,5
Mars......	+ 6,6	+3,5	Septembre..	+ 8,4	+ 6,0
Avril.....	— 2,0	+1,9	Octobre....	— 0,5	+10,3
Mai.......	— 0,6	—4,6	Novembre..	—11,3	+12,0
Juin......	+ 4,4	—5,3	Décembre..	— 8,7	+24,5

» La moyenne générale des années 1878 et 1879 donnerait seulement une différence de + 2m,0; dans les mêmes conditions, la différence serait de + 5m,8, si l'on faisait usage des Tables de M. Plantamour.

» La différence de 2m que l'on trouve entre le calcul et la réalité, quoique bien faible, ne doit même pas être attribuée en entier aux Tables employées. En effet, les thermomètres ne sont pas exposés aux deux stations dans des conditions identiques : la nécessité de protéger les instruments contre le

givre et le vent a conduit à abriter les thermomètres du sommet beaucoup plus qu'ils ne le sont à la station inférieure. Or, pour 1080^m, une erreur de température de $+0°,1$ correspond à une variation d'altitude de $+0^m,4$; il suffirait donc d'admettre que la température fût trop élevée au sommet de $0°,2$ ou $0°,3$ pour réduire à moins de 1^m l'erreur de l'altitude calculée.

» Nous avons dit, dans une Communication précédente, qu'un des principaux avantages des Tables nouvelles était de permettre d'évaluer *a priori* le sens de l'écart qui doit exister entre la hauteur calculée et la hauteur vraie. On peut le constater sur le Tableau précédent.

» Prenons par exemple la plus grande différence, $+24^m,5$ en décembre 1879. On se souvient que, pendant ce mois, il y a eu inversion complète de température entre le sommet et la base du Puy-de-Dôme, la différence moyenne de température étant de $3°,1$ en faveur du sommet. Tandis que la montagne se trouvait dans des conditions qui n'offraient rien de particulier, à Clermont-Ferrand, au contraire, la température se tenait bien audessous et la pression bien au-dessus de leur valeur ordinaire pour la saison.

» Il y avait donc entre les deux stations une quantité d'air beaucoup plus grande qu'en temps normal, ce qui doit conduire à une hauteur calculée trop forte, résultat conforme à celui que nous avons signalé.

» En analysant de même les autres cas où la hauteur calculée s'écarte notablement de la hauteur vraie, on vérifierait que ces écarts s'expliquent aisément et auraient pu être prévus d'après les conditions générales de l'atmosphère.

» Enfin, la variation diurne moyenne de la hauteur est exprimée par les nombres suivants :

Minuit.	3^h m.	6^h m.	9^h m.	Midi.	3^h s.	6^h s.	9^h s.
$+3^m,7$	$+4^m,5$	$+3^m,1$	$-0^m,6$	$-2^m,7$	$-5^m,5$	$-3^m,5$	$+0^m,9.$

» A l'opposé de ce que donnent les autres formules barométriques, on trouve donc ici un maximum de nuit et un minimum de jour. Comme nous l'avons vu, c'est précisément dans ce sens que doit *a priori* s'effectuer la variation diurne. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la distribution des températures dans les couches inférieures de l'atmosphère.* Note de M. Ch. André.

« Pour étudier en détail le phénomène de l'interversion des températures avec la hauteur, j'ai installé, à la fin de l'été dernier, à mi-côte du mamelon qui forme le mont Verdun et à l'altitude de 460^m environ, deux stations thermométriques, l'une au versant nord, l'autre au versant sud. Notre réseau thermométrique est donc le suivant : Parc, 170^m; Saint-Genis, 285^m; Verdun, versant nord et versant sud, 460^m; Verdun, sommet, 625^m.

» Les cas d'interversion sont, en effet, très fréquents, et leur étude complète exige encore du temps. J'en détache quelques faits curieux.

» Il y a eu, dans nos régions, interversion de la température dans les nuits du 23 au 24 novembre, du 24 au 25 et du 25 au 26, ainsi que dans la journée intermédiaire du 24, comme le montrent les nombres suivants :

	Minima.				Maxima.		
	Parc.	St-Genis.	Verdun.		Parc.	St-Genis.	Verdun.
23 au 24 nov....	+0°,9	+2°,6	+2°,6	24 nov....	+ 9°,6	+10°,6	+11°,4
24 au 25 »	+0,5	+5,0	+6,4	25 »	+16,5	+14,7	+12,6
25 au 26 »	+0,4	+6,8	+6,0	26 »	+14,1	+14,1	+12,0

» Mais, pour les mêmes nuits, les minima des stations à mi-côte sont :

	Mi-côte.		Sommet de Verdun.
	Vers. nord.	Vers. sud.	
23 au 24 novembre.........	+3°,7	+3°,8	+2°,6
24 au 25 »	+7,5	+6,4	+6,4
25 au 26 »	+6,8	+7,4	+6,0

» Ainsi, dans chacune de ces nuits, et surtout dans celles du 23 au 24 et du 25 au 26, la température, après avoir crû progressivement depuis le Parc jusqu'à mi-côte du Verdun, commence alors à décroître et à reprendre la marche dite *normale* avec la hauteur. En effet, pour les mêmes nuits, est minima au Puy-de-Dome et à Briançon sont :

	Puy-de-Dôme (1467^m).	Briançon (1298^m).
23 au 24 novembre...............	−2°,0	− 2,3
24 au 25 »	+2,0	−15,0
25 au 26 »	+3,0	−15,0

» Un courant d'air chaud, *d'une épaisseur d'environ* 250m, se trouvait donc, dans les nuits en question, intercalé à *très peu de distance du sol* entre deux couches d'air plus froides.

» Ce n'est pas d'ailleurs la seule fois que nous ayons observé cet arrêt dans l'interversion des températures à petite distance du sol.

Minima de la nuit.	Parc.	St-Genis.	Mont Verdun. Vers. nord.	Vers. sud.	Sommet.
10 au 11 novembre	+0°,4	+1°,6	+1°,6	+1°,5	+0°,9
29 au 30 »	+2,5	+3,4	+2,0	+2,0	+2,0

» J'ajoute que parfois la distribution des températures est toute différente.

Minima de la nuit.	Parc.	St-Genis.	Mont Verdun. Vers. nord.	Vers. sud.	Sommet.	Briançon.
24 au 25 août...	+12°,8	+ 9°,8	+14°,1	+13°,4	+12°,7	+11°,4
10 au 11 sept...	+13,4	+11,5	+14,7	+15,5	+14,7	+ 8,4
25 au 26 » ...	+ 8,4	+ 7,6	+10,1	+10,7	+ 9,9	+ 8,8
30 nov. 1er déc....	+ 1,7	— 1,0	+ 0,5	+ 1,5	+ 3,3	— 0,2

» Dans ces nuits, la température a donc été en décroissant à partir du Parc jusqu'à Saint-Genis, pour aller ensuite en croissant avec la hauteur jusque vers le sommet du Verdun et recommencer ensuite à décroître.

» Il résulte de ces faits que, sur une même verticale (nos trois stations sont assez rapprochées pour qu'on puisse s'exprimer ainsi), la distribution de la température est, jusqu'à une certaine hauteur, absolument indéterminée, des courants d'air chauds et froids et de peu d'épaisseur se superposant les uns aux autres dans les régions inférieures de l'atmosphère.

» *Le mode de superposition* de ces courants est d'ailleurs en relation directe avec la *situation* qu'occupent, par rapport à *nos régions*, les *centres* de *hautes et basses pressions;* il offre en outre un grand intérêt au point de vue des observations méridiennes rapportées à des mires éloignées, comme celle que nous avons au sommet du mont Verdun. On devra, en effet, trouver des variations considérables dans l'azimut de cette mire, dans tous les cas dont nous avons parlé.

» La comparaison de ces azimuts à ceux de la mire à collimateur placée dans l'intérieur de l'Observatoire nous permettra, je l'espère, de mesurer bientôt ces phénomènes astronomiquement. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie.* Note de M. **E. Mercadier**, présentée par M. A. Cornu.

« J'appelle *radiophonie* le phénomène découvert récemment par M. G. Bell, et dans lequel une radiation (telle que celle qui constitue un rayon solaire), rendue intermittente suivant une période déterminée, produit, en tombant sur des corps taillés en lames, un son de même période.

» En vue d'une application possible de ce phénomène à la télégraphie optique, j'ai dû l'étudier de près, et j'ai obtenu des résultats dont voici les principaux.

» I. *La radiophonie ne paraît pas être un effet produit par la masse de la lame réceptrice vibrant transversalement dans son ensemble, comme une plaque vibrante ordinaire.* — En effet, une lame quelconque (dans les conditions où se produit le phénomène) : 1° reproduit *également bien* tous les sons successifs, depuis les plus graves possibles jusqu'à des sons aigus qui, dans mes expériences, sont allés jusqu'à 600 à 700 vibrations doubles par seconde, et cela *sans solution de continuité;* 2° reproduit *également bien* des *accords* dans tous les tons possibles, variant si l'on veut *d'une manière continue*, en faisant varier d'une manière continue la vitesse de l'appareil qui produit les intermittences. Cet appareil est, à cet effet, composé d'une roue en verre à la surface de laquelle est collé un disque de papier portant quatre séries d'ouvertures au nombre de 80, 60, 50, 40 : cela permet, en faisant passer le rayon lumineux dans les trous d'une série et soulevant le support de la roue elle-même, de produire les sons *successifs* d'un accord parfait, et, en laissant le support de la roue immobile et concentrant à l'aide d'une lentille cylindrique la lumière sur les quatre séries d'ouvertures à la fois, de produire des *accords* parfaits plaqués.

» Or aucune plaque rigide vibrante connue n'est susceptible de produire de tels effets.

» 3° Les sons produits ne changent d'ailleurs ni de timbre ni de hauteur avec l'épaisseur et la largeur des lames des récepteurs. Ils ne changent même pas d'intensité d'une manière sensible avec la largeur et même avec l'épaisseur dans les lames transparentes, comme le verre et le mica, entre des limites éloignées qui, pour le verre en particulier, s'étendent de $0^{mm},5$ à $0^{m},02$ ou $0^{m},03$ d'épaisseur. Cela m'a permis d'employer des

lames réceptrices de 1^{cq}, en particulier des lames de tourmaline de cette dimension [1].

» 4° Une plaque fêlée, fendue, de verre, de cuivre, d'aluminium, etc., produit très sensiblement les mêmes effets que lorsqu'elle est intacte.

» II. *La nature des molécules du récepteur et leur mode d'agrégation ne paraissent pas exercer sur la nature des sons produits un rôle prédominant.* — En effet : 1° à épaisseur et à surface égales, les récepteurs de quelque nature qu'ils soient, produisent des sons de même hauteur.

» 2° Quand l'épaisseur des lames réceptrices diminue de plus en plus, les différences spécifiques qui existent entre leurs modes de production du phénomène s'atténuent de plus en plus quand on rend identique leur surface exposée aux radiations, par exemple en les recouvrant toutes d'une pellicule de noir de fumée.

» 3° L'effet produit par des radiations ordinaires est, toutes choses égales d'ailleurs, à très peu près le même pour des substances transparentes aussi différentes que le verre, le mica, le spath d'Islande, le gypse, le quartz parallèle ou perpendiculaire à l'axe.

» Il en est de même quand on emploie des radiations polarisées, à l'aide d'un nicol par exemple.

» III. *Les sons radiophoniques résultent bien de l'action directe des radiations sur les récepteurs.* — Car : 1° on diminue graduellement l'intensité du phénomène en diminuant la quantité des radiations reçues, à l'aide de diaphragmes d'ouverture variable.

» 2° En polarisant les radiations et en prenant pour lame réceptrice un analyseur mince, tel qu'une lame de tourmaline, les sons produits présentent les variations d'intensité correspondant à celles de la radiation elle-même, quand on fait tourner le polariseur ou l'analyseur.

» IV. *Le phénomène semble résulter principalement d'une action sur la surface du récepteur.* — Car son intensité dépend beaucoup de la nature de la surface. Toute opération qui diminue le pouvoir réflecteur et augmente le pouvoir absorbant de la surface influe sur le phénomène; les surfaces dépolies, ternes, oxydées, sont les plus convenables.

» L'intensité du phénomène est considérablement augmentée quand on recouvre la surface de certaines substances noires en poussière ou non,

---

(1) L'intensité des sons est d'ailleurs, pour les lames opaques, d'autant plus grande qu'elles sont plus minces; le clinquant de cuivre, d'aluminium, de platine et surtout de zinc, de $\frac{1}{20}$ de millimètre par exemple, donne d'excellents résultats.

telles que le bitume de Judée, le noir de platine et surtout le noir de fumée; mais cet effet ne se fait particulièrement sentir que lorsque les lames recouvertes sont très minces : ainsi, sous une épaisseur d'environ $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de millimètre, on obtient de remarquables effets.

» J'ai construit, en conséquence, des récepteurs radiophoniques très sensibles à l'aide de plaques de zinc, de verre, de mica, très minces et enfumées.

» L'emploi de ces récepteurs sensibles m'a permis d'arriver au résultat suivant :

» V. *Les effets radiophoniques sont relativement très intenses.* — Je puis en effet, actuellement, les obtenir non seulement avec les radiations du Soleil et d'une lampe électrique, mais avec la lumière oxyhydrique, la flamme d'un bec de gaz ordinaire, et, par suite, avec les radiations des sources intermédiaires, telles que lampes à pétrole, spirale de platine rougie par un bec Bunsen, etc.

» VI. *Les effets radiophoniques paraissent être produits principalement par les radiations de grande longueur d'onde, dites calorifiques.* — Pour le démontrer, sans m'arrêter pour le moment à l'emploi de cuves remplies de liquides absorbants, tels que l'alun, l'iode dissous dans le sulfure de carbone, etc., dont l'effet ne saurait être bien net, j'ai essayé d'explorer avec un récepteur sensible le spectre étalé des radiations agissantes. J'y suis parvenu avec la lumière électrique de 50 bunsens et en employant des lentilles et un prisme en verre ordinaires : j'ai reconnu que le maximum d'effet est produit par les radiations rouges et infra-rouges invisibles; à partir du jaune jusqu'au violet et au delà, je n'ai pas obtenu d'effet sensible dans les conditions où j'ai opéré. L'expérience a été réalisée, à plusieurs reprises, avec des récepteurs en verre enfumé, en platine platiné et en zinc à surface nue.

» Je crois devoir signaler les faits précédents, qui m'ont paru certains. Il me reste encore bien des points à signaler et à éclaircir : ce sera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur l'existence de combinaisons perboriques.* Note de **M. A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« Dans une précédente Communication, m'appuyant uniquement sur l'ensemble des connaissances classiques relatives au bore, ainsi que sur

les Mémoires plus récents publiés par Hampe, puis par Councler sur ce corps, et par Nilson sur le glucinium, j'émettais cette opinion que le bore, déjà exclu de la série du carbone, ne pouvait se placer en tête de celle de l'aluminium, auquel il ne ressemble en rien. Appliquant la méthode de classification naturelle de M. Dumas, ou méthode de la plus grande somme des analogies, selon l'expression de M. Schützenberger, j'arrivais à placer le bore en tête de la série du vanadium, qui présente des propriétés intermédiaires entre celles du carbone et du phosphore. En effet, malgré un écart considérable entre les poids atomiques du bore (11) et du vanadium (51), ces deux éléments présentent un grand nombre de propriétés analogues. Cette manière de voir m'ayant conduit à rechercher des combinaisons boriques plus oxygénées que Bo^2O^3, voici les résultats que j'ai obtenus :

» L'acide borique n'est pas modifié par les oxydants ordinaires; mais, en employant un artifice analogue à celui qui sert à transformer l'acide sulfureux en sulfate de plomb au moyen de PbO^2, on arrive à se procurer un composé plus riche en oxygène que l'acide borique; au moyen du bioxyde de baryum, par exemple, on obtient un sel renfermant $Bo^2O^7BaH^4 + H^2O$, soit $Bo^2O^4BaO + 3H^2O$, et que j'appellerai *perborate de baryum*. Pour préparer ce sel, je suis parti du bioxyde de baryum pur et cristallisé $BaO^2, 10H^2O$ de M. Berthelot. En versant un excès d'une solution saturée d'acide borique sur cet oxyde bien lavé, on le voit immédiatement foisonner et devenir amorphe. Ce nouveau précipité, lavé avec soin et séché sur l'acide sulfurique, possède la composition indiquée.

» Le perborate de baryum est blanc, amorphe, insoluble; il perd 6,3 pour 100 d'eau à 100°, soit 1^{mol}. Au rouge sombre il se convertit en borate de baryte Bo^2O^3BaO, en perdant 24,2 pour 100 d'eau et d'oxygène. Traité par les acides étendus, il dégage de l'oxygène, avec une légère effervescence, à la manière d'un carbonate. Avec l'acide chlorhydrique concentré à 40°-50°, il y a dégagement de chlore. L'acide fluorhydrique le transforme en $BaFl^2$ (47,1 de baryum pour 100) et $BoFl^3$. Ce sel absorbe très rapidement l'humidité de l'air, sans tomber cependant en déliquium; il ne cède à l'eau aucun de ses éléments.

» Le perborate de baryum peut être considéré comme dérivant de Bo^2O^4, oxyde correspondant à Va^2O^4. Le sel barytique que je viens de décrire fait la double décomposition avec le chlorure cuivrique; il se forme $BaCl^2$ et un précipité ocreux perdant rapidement de l'oxygène.

» Voulant obtenir un autre sel perborique se rapprochant par sa for-

mule des dérivés phosphoriques et désireux en même temps d'agir sur un métal qui ne soit pas capable, comme le baryum, de former un peroxyde, j'ai essayé de préparer le perborate ammoniaco-magnésien.

» Un mélange équimoléculaire de SO^4Mg, AzH^4Cl et AzH^3 étant additionné d'eau oxygénée ne donne aucun précipité : il ne se forme donc pas de combinaison de l'eau oxygénée, telle que MgO^2. Les solutions d'acide borique ne produisent pas non plus de trouble dans ce mélange; mais les solutions boriques additionnées d'eau oxygénée le précipitent abondamment; elles fonctionnent comme acide perborique. Le précipité ainsi formé remonte bientôt à la surface du liquide, porté par des bulles d'oxygène qui se dégagent, et il ne reste finalement qu'un peu d'hydrate magnésien. Cette décomposition, qui ne s'arrête qu'au voisinage de o°, ne m'a pas permis, quant à présent, d'analyser le précipité boricomagnésien, dont la formule devra probablement se représenter par $Bo^2O^4MgO(AzH^4OH)$, correspondant à celle du sel précédent.

» Cette expérience montre nettement que l'acide borique en présence de l'eau oxygénée agit comme un acide différent, bien que peu stable : l'acide perborique.

» Ces expériences positives ne sont que le résultat secondaire de la classification du bore, basée sur l'ensemble de ses autres propriétés connues. »

CHIMIE. — *Sur les cobaltamines*. Note de M. **Porumbaru**, présentée par M. Friedel.

« J'ai préparé un pyrophosphate de purpuréocobaltamine en dissolvant à chaud 25^{gr} de chlorure purpuréocobaltique $Co^2(AzH^3)^{10}Cl^6$ dans 1^{lit} d'eau contenant 50^{gr} de sel ammoniac et 500^{cc} d'ammoniaque, et en ajoutant à la liqueur un excès de pyrophosphate de soude. Il se sépare, après refroidissement et repos, de volumineux prismes rouge rubis appartenant au système orthorhombique. Les cristaux sont modifiés sur les arêtes latérales par une face g^1 qui les fait passer au prisme hexagonal. Les six arêtes de la base sont modifiées ensemble, et le cristal prend l'aspect d'un prisme hexagonal terminé à une extrémité par une pyramide et à l'autre par une base de même section. L'angle du prisme est un angle limite très voisin de 120°, et, si ce n'étaient les caractères optiques, on serait

tenté de rapporter le cristal au système hexagonal. J'ai pu déterminer les angles suivants :

mm	119°30′
mg^1	120.15
$e^{\frac{1}{2}}g^1$	152. 6
$b^{\frac{1}{2}}m$	152.35

» Ce sel est très instable. Les cristaux se ternissent à l'air, et, sous l'influence d'une température peu élevée, se décomposent en donnant de l'ammoniaque, ce qui ne permet pas de doser directement l'eau de cristallisation. J'ai trouvé par l'analyse :

Co	10,7
AzH^3	15,3
Ph^2O^5	25,11
H^2O et oxygène	48,9

» Le cobalt (Co = 59), l'ammoniaque ($AzH^3 = 17$) et l'acide phosphorique ($Ph^2O^5 = 142$) sont donc dans les rapports 1 : 5 : 1. Ces nombres conduisent, pour un pyrophosphate, à la formule

$$Ph^2O^7[Co(AzH^3)^5]^4 + 13H^2O.$$

» Le groupement $Co(AzH^3)^{5^{IV}}$ fonctionne comme tétravalent et remplace H^4 dans l'acide pyrophosphorique $Ph^2O^7H^4$.

» Chauffé avec de l'eau à une température inférieure à 100°, ce corps se dédouble en un produit soluble qui cristallise en plaques hexagonales rouge rubis et en un sel très peu soluble, de couleur blanc rosé et cristallisant en aiguilles microscopiques. Le premier donne à l'analyse :

Co	10,1
AzH^3	14,52
Ph^2O^5	24,32

ce qui conduit au même résultat que pour le corps précédent. Ce sel semble être un isomère du premier et s'en distingue par l'apparence des cristaux (plaques au lieu de prismes) et en ce qu'il ne se dédouble plus sous l'influence de l'eau chaude. Le second sel, peu coloré et peu soluble, donne à l'analyse les nombres suivants :

Co	18,2
AzH^3	26,1
Ph^2O^5	33,6
H^2O	22,1

» Ces nombres conduisent à la formule

$$(Ph^2O^7)^2[Co(AzH^3)^5]^3 + 8H^2O.$$

» Les rapports entre le cobalt, l'ammoniaque et l'acide phosphorique sont 1 : 5 : 0,7.

» Ces résultats s'expliquent naturellement si l'on admet que le groupe $[Co(AzH^3)^5]$, que nous représenterons par Ko, est tétravalent. Alors, comme pour les groupes de carbone condensé, Ko^2 est hexavalent et Ko^3 octovalent.

» Le sel rosé est décomposé, par l'ébullition prolongée au bain-marie, en sesquioxyde de cobalt et en un autre sel rouge.

» On obtient facilement le chlorure purpuréocobaltique en dissolvant dans l'eau parties égales de chlorure de cobalt, de chlorhydrate d'ammoniaque et un excès d'ammoniaque. On *sature* la liqueur d'oxygène en faisant passer un courant d'air ou d'oxygène. Le liquide brun, ainsi saturé, contient une proportion d'oxygène plus que suffisante pour la transformation complète du chlorure de cobalt en cobaltamine. En effet, exposé à la lumière, il se transforme en quelques heures en une solution de ce sel, dont la formation est accompagnée d'un dégagement d'oxygène. On précipite le purpuréo en neutralisant la liqueur chaude par l'acide chlorhydrique [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur l'anatomie comparée du système nerveux dans les divers ordres de la classe des Insectes.* Note de M. **Ed. Brandt**, présentée par M. E. Blanchard.

« En 1879, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie de mes études sur le système nerveux des Insectes [2]. La présente Note contient les principaux résultats de mes recherches comparatives sur le système nerveux dans les divers ordres de la classe des Insectes.

» Le *système nerveux des Coléoptères* a été étudié chez un grand nombre de représentants de diverses familles par M. Ém. Blanchard [3]. Ce savant

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 475-477.

(3) *Annales des Sciences naturelles*, 3e série, *Zoologie*, t. V, 1846.

est le seul qui l'ait étudié dans son ensemble et ses recherches approfondies ont enrichi la Science des faits les plus importants, aujourd'hui bien connus dans le monde scientifique. Mes recherches sur le système nerveux des Coléoptères ont été effectuées sur deux cent trente-cinq espèces à l'état parfait et sur trente-six espèces à l'état de larves. Voici les conclusions. 1° Quelques Coléoptères (*Rhizotrogus solstitialis*) ont le ganglion sous-œsophagien confondu avec le ganglion thoracique. Les ganglions cérébroïdes ont toujours des circonvolutions. 2° Il y a de un à trois ganglions thoraciques et, s'il y en a deux ou trois, c'est seulement le dernier qui est toujours composé. 3° Le nombre des ganglions abdominaux est très variable, de un à huit; quelquefois il n'y a pas de ganglions abdominaux séparés, ils se confondent avec la partie thoracique (Curculionides, Lamellicornes). Quelquefois les mâles de la même espèce ont plus de ganglions séparés que les femelles (chez le *Dictyopterus sanguineus*, le mâle en présente huit, la femelle sept).

» Les principaux résultats sur le *système nerveux des Hyménoptères* ont été publiés en 1875 ([1]).

» Le *système nerveux des Lépidoptères* était très peu étudié ([2]). Je l'ai examiné sur cent dix-huit espèces adultes et sur quarante-deux espèces à l'état de chenilles. 1° Tous les Lépidoptères ont deux ganglions céphaliques; le ganglion sus-œsophagien est pourvu de circonvolutions. 2° Dans la plupart des cas il y a deux masses ganglionnaires thoraciques distinctes (*Rhopalocera, Crepuscularia* et la plupart des autres groupes); la première est simple, tandis que la seconde est composée. Quelques-uns ont trois ganglions thoraciques, tantôt très près l'un de l'autre (*Cossus ligniperda, Pygæra bucephala*), tantôt éloignés (*Zygæna, Sesia, Hepialus*); une forme intermédiaire se présente (*Orgyia, Notodonta*, etc.) qui possède deux ganglions thoraciques, le dernier ayant une échancrure bien prononcée. 3° Toujours il y a quatre ganglions abdominaux; l'*Hepialus humuli* seule en présente cinq.

» Le *système nerveux des Diptères* a été étudié dans plusieurs familles par M. L. Dufour ([3]), mais dans la plupart des cas les descriptions sont inexactes. Mes recherches sur le système nerveux des Diptères ont été effectuées sur deux cent soixante-quinze espèces adultes et vingt-neuf espèces de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 612-614; 1875.

([2]) M. L. Dufour est le seul savant qui ait fait des recherches sur les représentants de diverses familles (*Comptes rendus*, t. XXXIV).

([3]) L. Dufour, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les Diptères*.

larves ([1]). 1° Les Diptères ont toujours deux ganglions céphaliques, bien séparés l'un de l'autre par de courtes commissures, et le ganglion sus-œsophagien a toujours des circonvolutions. 2° Il y a tantôt un seul ganglion thoracique (*Muscidœ, Conopsidœ, Syrphidœ, Stratiomydœ*), tantôt deux (*Therevidœ, Dolichopodidœ, Xylophagidœ, Bibionidœ*); quelques-uns ont trois ganglions thoraciques (*Fungicolœ, Caliciformia, Pulicida*). S'il y a deux ganglions thoraciques, alors tous les deux sont des ganglions composés; s'il y en a trois, alors c'est le dernier seul qui est composé. 3° Le nombre des ganglions abdominaux varie de 1 à 8 et les Muscides calyptrés n'ont pas du tout de ganglions abdominaux séparés, ceux-là étant confondus avec la partie nerveuse centrale du thorax. Quelquefois le nombre des ganglions abdominaux varie dans la même espèce selon les sexes : d'après Landois, le *Pulex canis m.* en a 8 et 7; d'après mes recherches, c'est le même cas chez le *P. felis* et le *P. irritans;* j'ai trouvé encore que chez le *Leptis m.* le dernier ganglion a une échancrure, tandis que chez la femelle il est compacte. 4° Les Diptères ont un ganglion frontal et deux paires de petits ganglions pharyngiens, mais ils n'ont pas la partie abdominale du système sympathique distincte.

» Le *système nerveux des Hémiptères* est très peu étudié et les études comparatives font défaut. Mes recherches sur le système nerveux des Hémiptères s'étendent à soixante-dix espèces. 1° Quelques Hémiptères n'ont pas de ganglion sous-œsophagien séparé, ce dernier étant confondu avec la partie médullaire du thorax. 2° Chez quelques-uns (*Pseudophanus*) il est séparé et placé, non pas dans la tête, mais dans le thorax. Les circonvolutions des lobes cérébroïdes n'y manquent jamais. 3° Chez quelques Hémiptères, qui ont deux ganglions du thorax, le premier résulte d'une fusion du premier ganglion thoracique avec le ganglion sous-œsophagien. 4° Le nombre des ganglions thoraciques varie d'un à trois; ainsi *Hydrometra, Acanthia, Nepa* en ont un; deux se trouvent chez les *Pentatoma, Lygœus*, etc.; il y a trois ganglions thoraciques chez le *Pediculus;* mais, n'ayant pas de commissures, ils se touchent. Le *Notonecta* présente une forme intermédiaire ayant seulement un seul vrai ganglion thoracique, qui possède une échancrure très accentuée. 5° Les Hémiptères n'ont jamais de ganglions abdominaux séparés, ceux-là étant confondus avec la partie thoracique du système nerveux. »

([1]) Les principaux résultats de mes recherches sur le système nerveux des Diptères ont été lus dans la séance d'octobre 1877 à la Société entomologique russe.

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle forme de Ver vésiculaire, à bourgeonnement exogène.* Note de M. A. Villot, présentée par M. E. Blanchard.

« La curieuse larve de Téniadé que je me propose de faire connaître aujourd'hui sous le nom d'*Urocystis prolifer* est, comme les Staphylocystes, parasite du *Glomeris limbatus*, mais elle présente cette particularité de vivre chez le même hôte à des degrés divers de développement : à l'état vésiculaire proprement dit, libre dans la cavité viscérale, et à l'état de scolex, enkystée dans le corps adipeux.

» L'*Urocystis prolifer*, à l'état vésiculaire proprement dit, nous offre à considérer trois parties bien distinctes : une tête, un corps et une vésicule caudale. Ces trois parties, qui sont en parfaite continuité de tissus, s'invaginent les unes dans les autres, la tête dans le corps et le corps dans la vésicule caudale.

» La tête est ovale, plus ou moins renflée latéralement, tronquée en avant et rétrécie en arrière. Elle porte quatre ventouses et un rostellum fort long. Ce dernier mérite d'être décrit en détail. Il est invaginé dans la tête par son extrémité postérieure et sur lui-même par son extrémité antérieure. Il en résulte que la tête du Ver se termine par une sorte d'entonnoir d'invagination ayant tout à fait l'aspect d'une ventouse frontale. La paroi interne de cet infundibulum présente de nombreux plis transversaux formés par le resserrement des fibres élastiques qui la constituent, et est armée d'une couronne de crochets si petits, qu'il est impossible de les compter. Ces derniers sont serrés les uns contre les autres, et il faut, pour les distinguer, employer un grossissement de 600 à 900 fois; avec des grossissements inférieurs, on ne voit qu'un anneau chitineux, d'un jaune brillant.

» Le corps (*receptaculum capitis*) est relié par le cou à la partie postérieure de la tête. Il est constitué par une membrane fort mince, si étroitement accolée à la paroi interne de la vésicule caudale, qu'il est difficile de l'en distinguer. On remarque seulement au-dessous du cou une sorte de bourrelet formé de cellules embryonnaires comme le parenchyme de la tête. Le pédoncule qui rattache le corps à la vésicule caudale ne s'aperçoit pas sans peine, en raison de la contractilité des tissus, de leur transparence et de l'étroitesse de l'orifice de l'invagination.

» La vésicule caudale est ovale, légèrement acuminée en avant, obtuse

en arrière. Elle est formée, comme à l'ordinaire, de deux sortes d'éléments anatomiques : d'une couche externe de fibres élastiques entre-croisées, et d'une couche interne de tissu conjonctif. Sa contractilité, qui est très développée, permet à l'animal de se mouvoir dans tous les sens. Le scolex n'occupe que les deux tiers de sa cavité, et il existe dans la région postérieure un vide assez considérable.

» Les dimensions des diverses parties du Ver sont les suivantes : crochets, $0^{mm},001$; diamètre de la trompe à l'état d'invagination, $0^{mm},03$; diamètre des ventouses, $0^{mm},02$; longueur du scolex à l'état d'invagination, $0^{mm},07$; longueur de la vésicule caudale, $0^{mm},09$; largeur de la vésicule caudale, $0^{mm},06$. On peut juger par ces mesures de la petitesse de notre parasite et des difficultés que présente son étude. Sa taille ne dépasse pas celle d'un Infusoire, et il est évident qu'il échapperait aux recherches de l'observateur qui ne se servirait point de la loupe et du microscope.

» L'*Urocystis prolifer* est, ainsi que l'indique son nom, essentiellement caractérisé par son mode de multiplication. Ses bourgeons se développent successivement et se détachent dès qu'ils sont parvenus à maturité. Aussi ses colonies ne se composent-elles ordinairement que de deux individus placés à la suite l'un de l'autre : une vésicule entièrement développée en tête et un bourgeon sous forme d'appendice caudal. Le bourgeon n'est représenté, au début, que par une petite vésicule sphérique, contenant des éléments cellulaires en voie de prolifération. Il est sessile et en continuité de tissu par son extrémité antérieure avec l'individu qui l'a précédé (vésicule parfaite ou bourgeon); mais, en se développant, il prend une forme ovale et tend à s'isoler de plus en plus. Au moment où apparaissent les premiers linéaments du scolex, les deux individus ne sont plus reliés l'un à l'autre que par un étroit cordon. Lorsqu'il se détache, le bourgeon vésiculaire a acquis tout son développement et contient un scolex parfaitement conformé. Celui-ci ne tarde pas à se débarrasser de sa vésicule caudale, pour aller s'enkyster dans le corps adipeux de son hôte; mais le scolex, tout en abandonnant sa vésicule caudale, reste enkysté dans son *receptaculum capitis* et ne dévagine point sa trompe. La sortie du scolex peut s'effectuer soit par la dégénérescence de la vésicule caudale, soit par la rupture du pédicule qui rattache le scolex à la vésicule. Ce dernier mode, que j'ai souvent observé, me paraît le plus naturel.

» Le scolex, en s'enkystant dans le corps adipeux de son hôte, ne subit pas de grandes modifications. Tout se borne à un changement de forme

extérieure et à l'épaississement de ses téguments. Il devient sphérique, et les éléments embryonnaires qui constituent la paroi du *receptaculum capitis* passent à l'état de fibres élastiques pour remplacer la vésicule caudale comme organe protecteur.

» L'*Urocystis prolifer* a sans doute, indépendamment de son habitat, beaucoup de rapports avec les Staphylocystes; mais il diffère de ces derniers par des caractères importants, qui justifient pleinement la création d'un genre. Chez les *Staphylocystis*, les individus qui constituent la colonie sont bien plus nombreux, se développent simultanément et ne se séparent pas les uns des autres lors de leur maturité. Le scolex ne sort pas de la vésicule caudale et n'a pas sa trompe invaginée sur elle-même.

» Les autres états de cette nouvelle forme de Ver vésiculaire me sont inconnus et n'ont probablement pas encore été décrits; mais on sait dès à présent que le scolex qui doit figurer en tête du strobile possède une longue trompe et une couronne simple de très petits crochets. Quant à l'hôte définitif, Mammifère ou Oiseau, il appartient certainement à la faune alpestre. Le Gloméris bordé qui m'a fourni l'*Urocystis prolifer* avait été capturé dans les bois de la Grande-Chartreuse. »

ZOOLOGIE. — *Mœurs d'un Poisson de la famille des Silures, le* Callichthys faciatus, *Cuvier*. Note de **M. Carbonnier**, présentée par M. de Quatrefages. (Extrait.)

« La famille des Silures est représentée dans les eaux douces de l'Amérique du Sud par plusieurs genres, parmi lesquels se trouve le genre Callichthe. J'ai en ma possession plusieurs individus de l'espèce dite Callichthe facié (*Callichthys faciatus*, Cuvier), provenant de la Plata. Cette espèce est caractérisée par deux barbillons à chaque angle de la lèvre supérieure, deux rangées de larges et fortes plaques écailleuses, qui recouvrent les flancs et interceptent la ligne latérale, et deux nageoires dorsales, dont la seconde, adipeuse, est munie comme la première d'un rayon osseux.

» Ces Poissons, ainsi que j'ai pu le constater, viennent fréquemment faire provision d'air à la surface de l'eau; mais la particularité la plus intéressante réside dans leur mode d'accouplement et de reproduction.

» Au moment de la fécondation, la femelle rapproche l'une de l'autre ses deux nageoires ventrales, à la façon de deux éventails ouverts qu'on réunirait par leurs bords, et forme une sorte de cul-de-sac au fond

duquel vient aboutir l'ouverture des ovaires. Les principes fécondants du mâle se trouvent ainsi emprisonnés dans cette sorte de sac membraneux; lorsque, quelques instants après, les œufs vont y arriver, ils se trouveront baignés par un liquide riche en spermatozoaires.

» La ponte se compose de cinq à six œufs, que la femelle conserve pendant quelques minutes dans la poche qui vient d'être décrite; puis, elle quitte le sol pour aller à la recherche d'un endroit propice à leur évolution. Son choix se portera de préférence sur une partie bien éclairée, paroi en glace d'aquarium ou pierre émergeant de l'eau; elle y nettoie avec sa bouche une place située au moins à $0^m,10$ ou $0^m,15$ au-dessous du niveau de l'eau, puis, appliquant son abdomen à cette place, elle entr'ouvre son sac et fixe ses œufs, qui se collent au moyen de la viscosité qui les enduit.

» Tous les œufs étant déposés, les rapprochements recommencent avec les mâles et les pontes se suivent ainsi de quarante à cinquante fois dans la journée : j'évalue le nombre total des œufs émis à deux cent cinquante environ (¹).

» Au moment de la ponte, les œufs, disposés par groupes de trois à cinq, sont d'un blanc laiteux, peu transparents; ils deviennent ensuite jaunâtres, et au moment de l'éclosion, c'est-à-dire du huitième au dixième jour d'incubation, ils deviennent noirâtres : cette coloration est due aux taches pigmentaires qui recouvrent le corps de l'embryon.

» Au moment de sa naissance, l'embryon est globuleux; on n'y distingue d'abord que les quatre barbillons; la vésicule ombilicale, demi-transparente, est peu volumineuse; l'embryon se tient dans la position normale et non couché sur le flanc, comme la plupart des embryons des autres Poissons. Bientôt apparaissent la queue et les autres nageoires. Ces dernières évolutions durent en moyenne trois jours, temps pendant lequel ces Poissons mènent une existence indépendante et isolée. Passé cette époque, c'est-à-dire de douze à treize jours après la ponte, tous ces jeunes alevins se groupent ensemble et courent sur le fond de l'aquarium.

» La croissance de ce Poisson est peu rapide; il ne devient guère adulte que deux ans après sa naissance.

» Un fait intéressant à signaler est le changement d'époque de la reproduction présenté par notre Callichthys. C'est au mois d'octobre et de novembre qu'il se reproduit à la Plata. Arrivé en Europe, il a passé une

---

(¹) Les pontes que j'ai pu observer ont toujours commencé entre 9^h et 10^h du matin, pour se terminer vers 2^h de l'après-midi.

année sans donner de petits. En 1878, les pontes ont eu lieu en août et septembre. Les produits de cette génération ont pondu, cette année, au mois de juin. On voit qu'il y a eu là adaptation à notre climat, dont les températures sont inverses de celles de l'Amérique méridionale. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur les Saxifrages. Applications de leurs produits aux arts et à la thérapeutique. Expériences sur leur culture.* Note de MM. GARREAU et MACHELART.

« Les Saxifrages, notamment les espèces à tiges frutescentes, fournissant des produits jusqu'ici inconnus, et pouvant être la source d'applications avantageuses, tant au point de vue de l'industrie qu'au point de vue de la thérapeutique, il nous a paru utile de communiquer à l'Académie les résultats de nos recherches.

» Les souches de ces plantes contiennent : 1° un produit immédiat *nouveau*, bergenin; 2° du tannin; 3° de la fécule; substances que l'on peut extraire 1° par l'éther aqueux, qui enlève le tannin; 2° en reprenant le résidu par l'alcool à 90° bouillant, qui, après concentration, laisse cristalliser le bergenin.

» *Bergenin.* — Après purification, le bergenin se présente sous la forme d'un corps solide, blanc, transparent, d'une amertume franche comme celle du café et de la quinine; sa densité est de 1,5; il cristallise en tétraèdres, de sa solution alcoolique, et en prismes à base carrée terminés par un sommet dièdre, de sa solution aqueuse. Son pouvoir réfringent est considérable; il s'irise des couleurs du spectre sous la radiation solaire. Sa solution aqueuse est sans action sur la lumière polarisée. Chauffé à 140°, il perd son équivalent d'eau et se transforme en un liquide incolore ou d'une couleur légèrement ambrée, semblable à un vernis qui, en se refroidissant, se prend en une masse transparente et fixe de nouveau peu à peu, au contact de l'air, son équivalent d'eau, pour se transformer en tétraèdres dont l'ensemble constitue une masse blanche pulvérulente.

» Chauffé vers 300°, il se décompose en donnant les produits variés des hydrates de carbone. Brûlé sur une lame de platine, il donne une flamme fuligineuse et se consume sans traces de résidu. L'alcool à 90°, à la température de 15°, en dissout $\frac{1}{167}$ de son poids; l'eau à la même température en dissout seulement $\frac{1}{830}$; ces liquides bouillants le dissolvent en plus forte proportion et le laissent cristalliser en partie par refroidissement. Le ber-

genin rougit faiblement la teinture de tournesol très affaiblie, à la manière des acides borique et carbonique; mais son action sur cette teinture est encore moins marquée que celle de ces acides.

» $0^{gr},10$ réduisent 10^{cc} de liqueur cupropotassique, préparée selon la formule de Fehling; mais cette réduction, quoique très nette, est moins rapide que celle qu'exerce la glucose.

» Bouilli avec l'acide sulfurique dilué dans deux fois son poids d'eau, il ne se transforme pas en glucose. Il en est de même avec l'acide chlorhydrique étendu, et ne change pas de nature en présence du ferment de bière, de la synaptase, de la diastase, etc., ni avant, ni après avoir subi l'action des acides.

» L'acide azotique, à la température de 25°, le détruit instantanément; mais, chauffé avec cet acide dilué, il se convertit en acide oxalique.

» Il s'unit à la potasse, la chaux, la baryte, la magnésie pour donner naissance à des sels solubles. Il est sans action sur les sels solubles d'argent et de mercure. Ses solutions aqueuse et alcoolique précipitent en blanc les acétates neutre et tribasique de plomb, en un sel défini qui se dissout dans un léger excès d'acétate plombique, sel que l'on purifie par des lavages à l'alcool à 90°.

» Le bergenin, cristallisé et séché dans le vide, soumis à l'analyse, a donné les résultats suivants :

	1°.	2°.	3°.	Moyenne.
C	47,440	46,820	47,580	47,280
H	5,440	5,340	5,540	5,440
O	47,120	47,840	46,880	47,280
	100,000	100,000	100,000	100,000

» Le bergenate plombique, obtenu en ajoutant une goutte d'acétate tribasique de plomb à un soluté alcoolique de bergenin, lavé à l'alcool absolu, puis séché à 110°, a fourni dans trois analyses successives :

	1°.	2°.	3°.	Moyenne.
Bergenin	37,660	36,614	34,750	36,138
Oxyde plombique	62,340	63,386	65,250	63,862

En supposant le sel monobasique, supposition qui semble justifiée par le peu d'affinité qu'a le bergenin pour les bases, le sel qu'il forme avec l'oxyde de plomb doit être représenté par

$1^{éq}$ de bergenin	63,07
$1^{éq}$ d'oxyde de plomb	115,50

et celui du bergenin hydraté par 63,07 + 9, soit 72,07. Or les seules formules à déduire de ces chiffres sont celle de $C^6H^3O^3$ pour le composé anhydre qu'il forme avec l'oxyde de plomb, et celle de $C^6H^4O^4 = C^6H^3, O^3HO$ pour celle qui le représente à l'état libre et cristallisé.

» D'après les essais que nous avons tentés depuis plusieurs années, le bergenin constitue un agent thérapeutique important, destiné à combattre les maladies qui frappent et affaiblissent la résistance vitale. C'est un tonique névrosthénique puissant, qui vient, par ses effets thérapeutiques, se placer entre la quinine et la salicine. Quant à la souche qui le recèle, elle joint à ces propriétés celle d'un tonique astringent, qu'elle doit à la forte proportion d'acide quercitannique qu'elle contient.

» Des essais de culture, faits par nous durant six années consécutives, démontrent que le *Saxifraga sibirica*, cultivé en terre meuble, telle que celle qui convient à la culture du lin, de la betterave, de nos céréales, n'exige que peu d'engrais azotés : cette plante ne produisant abondamment que des glucosides et des hydrates de carbone, substances dont les éléments sont empruntés plus abondamment à l'air qu'au sol dans lequel elle végète.

» C'est par le bouturage, fait au mois d'octobre, qu'elle se multiplie et végète avec vigueur le printemps suivant; mais il faut trois années de culture pour que son développement soit assez complet et pour qu'on puisse l'exploiter avec le plus de profit; nos essais démontrent qu'elle donne des produits largement rémunérateurs en tannin et bergenin, le rendement annuel des souches sèches pouvant être de 7000^{kg} à 8000^{kg} à l'hectare. Ces souches produisent 25^{gr} de bergenin par kilogramme, soit 200^{kg}, et du tannin dont le poids représente le cinquième de celui des souches, soit 1500^{kg}.

» La fécule contenue dans le résidu à peine ligneux de la souche épuisée vient s'ajouter à ces chiffres pour une part de 3000^{kg}.

» Mais le tannin et le bergenin se retrouvent dans la plupart des espèces frutescentes de ce genre, et il est très probable que quelques-unes d'entre elles donneront des résultats encore plus avantageux, notamment le *Saxifraga cordifolia*, dont le développement est au moins aussi rapide que celui de l'espèce précédente.

» Le *Saxifraga crassifolia* donne un rendement plus élevé en bergenin, cette substance étant contenue dans ses souches et dans ses feuilles, mais sa végétation est relativement très lente.

» Il y a là, comme on le voit, une culture en grand à entreprendre, sûrement rémunératrice par le rendement en tannin, en matière féculente, et sans aucun doute également avantageuse au point de vue de la fabrica-

tion du bergenin, dont les propriétés thérapeutiques ne peuvent manquer d'être utilisées dans l'art de guérir. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur un procédé de conservation des viandes, au moyen de la dextrine.* Note de M. J. SEURE. (Extrait.)

« A propos d'une Note récente de M. Ed. Moride sur la préparation d'une nouvelle substance alimentaire, la *nutricine*, je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître le résultat d'expériences auxquelles j'ai été conduit, il y a vingt mois, en observant que *la dextrine dessèche et conserve la viande.*

» J'ai l'honneur de transmettre à l'Académie des échantillons des produits que j'avais obtenus.

» *Première expérience* (*échantillon n°* 1). — J'ai enfoui une tranche de viande maigre dans un lit de dextrine. J'adresse à l'Académie les quelques fragments qui me restent du morceau ainsi momifié. Je me suis assuré, avec le reste, que cette viande, placée dans l'eau, se sépare de la dextrine et reprend ses caractères physiques.

» *Deuxième expérience* (*échantillon n°* 2). — Viande grossièrement pulpée, mélangée sans précaution avec de la dextrine, de manière à obtenir une pâte épaisse. Cette pâte s'est desséchée à l'air, dans un moule de porcelaine, où elle est restée jusqu'à ce jour.

Troisième expérience (*échantillon n°* 3). — Viande finement pulpée, pilée avec de la dextrine et coulée dans un moule. Le résultat a été, comme on peut le voir, un gâteau très dur, très sec, de bel aspect, bien homogène.

» Ces trois échantillons sont restés, *depuis vingt mois*, exposés à l'air, sur une planche, dans le haut d'une armoire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les météores du 14 novembre 1880, observés à Moncalieri (Italie).* Note du P. DENZA, présentée par M. Janssen.

« Le brouillard et les nuages ont empêché presque entièrement les observations que nous nous étions proposé de faire dans notre Observatoire, durant les nuits du 12 au 15 novembre, sur l'apparition météorique qui se produit ordinairement dans cette période.

» Ce fut seulement au matin du 14, le jour le plus important pour l'étude du phénomène, que les nuages et les brouillards commencèrent peu à peu à s'éclaircir, vers 4^h du matin ; un peu avant 5^h, le ciel était de-

venu serein et propice pour de bonnes observations. Nous nous mîmes donc à l'œuvre et nous examinâmes le ciel de 5^h à $5^h 45^m$, c'est-à-dire jusqu'au moment où la lumière du jour naissant nous obligea à nous retirer.

» Les résultats obtenus dans un temps si court furent assez satisfaisants. Quatre observateurs comptèrent tente-sept étoiles en trois quarts d'heure, ce qui fait environ cinquante météores à l'heure, c'est-à-dire plus de douze météores par observateur, tandis que l'année dernière on n'arriva qu'à quatre ou six au plus.

» Plus d'un tiers des étoiles apparues, c'est-à-dire treize, appartenaient à l'essaim des Léonides; elles brillaient toutes dans la région du ciel placée dans la faux du Lion, dont la position moyenne est

$$\alpha = 147^\circ, \quad \delta = +23^\circ;$$

c'est à peu près la position qui a été déterminée l'année dernière par les observateurs anglais et américains, ou celle du radiant ordinaire du grand courant des Léonides.

» Un autre essaim bien défini se montra vers la Grande Ourse. Sept météores soigneusement déterminés donnèrent, pour radiant de cette autre pluie, le point

$$\alpha = 157^\circ, \quad \delta = +46^\circ,$$

qui se trouve près des étoiles λ et μ de la Grande Ourse.

» Les météores de ces deux essaims, et surtout ceux du Lion, ont été les plus beaux. En effet, des treize Léonides, deux étaient d'une grandeur supérieure à la 1re, deux étaient de 1re grandeur, quatre de 2e, quatre de 3e et seulement une de 4e grandeur.

» Parmi les sept du second groupe, un surpassait la 1re grandeur, deux étaient de 2e et les autres quatre de 3e ou de 4e grandeur. Aucun des autres météores ne fut de 1re grandeur.

» Dans les Léonides, dominaient la couleur rouge et la couleur bleuâtre; la couleur des autres était variable entre le blanc et le bleu.

» Plusieurs des premiers étaient suivis d'une queue lumineuse, et presque tous se montraient par groupes de deux et même plus à la fois.

» Parmi tous les météores observés, le plus beau a été la Léonide apparue à $5^h 23^m$ dans la constellation de l'Hydre. Son noyau, plus grand que Jupiter, resplendissait d'une lumière bleuâtre très vive et laissa der-

rière lui une traînée brillante de la même couleur. Les points extrêmes de sa trajectoire sur la voûte céleste ont été :

Commencement........	$\alpha = 131^\circ$	$\delta = -13^\circ$
Fin..................	$\alpha = 122^\circ$	$\delta = -18^\circ$.

» Nos observations, bien que peu nombreuses et de courte durée, confirment celles qui ont été faites l'année dernière en quelques endroits de l'Angleterre et de l'Amérique, et montrent que les Léonides ont acquis une plus grande vigueur dans ces dernières années; nous avons donc traversé une partie, bien que faible, du courant météorique qui nous a donné les spectacles solennels des années 1866-1868. Les autres observations italiennes, qui ne nous sont pas encore parvenues, pourront peut-être donner un plus grand poids à notre conclusion.

» La lumière zodiacale d'opposition était très brillante vers l'orient, sur le fond pur du ciel, s'élevant jusqu'au delà de la queue du Lion. »

M. L. **Hugo** adresse une Note « sur l'ensemble des nombres chronométriques 365, 24 et 60 ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 décembre 1880.

Annales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Description des ossements fossiles des environs d'Anvers; par M. P.-J. van Beneden. T. I, Ire Partie (avec un Atlas de 18 pl. in-plano) : *Pinnipèdes ou Amphithériens.* T. II, Ire Partie (avec un Atlas de 31 pl. in-folio) : *Poissons et genre* Nautile; *par* L.-G. de Koninck. T. IV, IIe Partie (avec un Atlas de 39 pl. in-plano) : *Cétacés.* T. V, IIe Partie (avec un Atlas de 19 pl. in-folio) : *genres* Gyroceras, Cyrtoceras, Gomphoceras, *etc.; par* L.-G. de Koninck. Bruxelles, F. Hayez, 1877-1880.

Comptes rendus des travaux de la Société des Agriculteurs de France. T. XI, *Annuaire de* 1880. Paris, au siège de la Société, 1880; in-8°.

Catalogue des brevets d'invention; année 1879, n° 12, Ire Partie; année 1880, nos 4, 5, 6, Ire et IIe Parties. Paris, J. Tremblay, 1880; 7 livr. in-8°.

Essai sur la destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera de la vigne; par M. P. DE LAFITTE. Agen, impr. Lenthéric, 1879; br. in-8°.

Le Phylloxera reconnu comme étant l'effet et non la cause de la maladie de la vigne, etc.; par M. J. BAURAC. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1880; br. in-8°.

Les étoiles et les curiosités du ciel; par M. C. FLAMMARION. Livr. 11 à 20. Paris, Marpon et Flammarion, 1880; grand in-8° illustré.

The nautical Almanac and astronomical ephemeris for the year 1884. London, John Murray, 1880; in-8°.

Astronomical papers prepared for the use of the american ephemeris and nautical Almanac. Vol. I, Part III : *Velocity of light.* Washington, Bureau of navigation, 1880; in-4°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei; anno XXXIII, sessione Va del 18 aprile 1880. Roma, 1880; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 DÉCEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Produits solides et liquides qui continuaient à sortir, en avril* 1880, *d'un cratère de la Dominique* (*Antilles anglaises*) (1); par M. **Daubrée.**

« D'après une Communication récente de M. Louis Bert, le lac d'eau bouillante qui occupait le cratère du volcan de la Dominique, au moment de l'éruption du 4 janvier dernier, a disparu. C'est maintenant une sorte de vaste cirque, dont les parois, presque à pic, sont formées de roches feldspathiques. Son fond est à sec, sauf en un point, d'où sort une source d'eau bouillante, rendue noirâtre par les matières pierreuses qu'elle tient en suspension.

» Cette eau s'écoule constamment par une brèche naturelle, pour rejoindre une rivière. L'aspect entier du district sulfureux s'est transformé, par suite de l'apparition d'une douzaine de solfatares et de geysers.

(1) Voir les *Comptes rendus*, t. XC, p. 624.

» Les échantillons adressés à la Société de Géographie par M. Bert sont au nombre de cinq; l'un d'eux, pris au centre de la source bouillante, se compose d'eau et de matières solides; quatre autres représentent des eaux de différents courants recueillies à diverses distances de la source.

» Leur examen, fait au Bureau d'essais de l'École des Mines, a donné, pour 1^{lit}, les résultats suivants :

Eau.	Chlorure de potassium.	Chlorure de sodium.	Sulfate de chaux.	Rapport du chlorure de potassium au chlorure de sodium.
Centre de la source bouillante...	0,370	0,500	0,045	0,74
Premier courant..............	0,010	0,015	traces	0,66
Deuxième courant	0,039	0,063	0,070	0,61
Troisième courant............	4,210	5,060	0,030	0,84
Quatrième courant...........	0,010	0,018	traces	0,55

» La matière solide, préalablement desséchée, renferme :

Silice, Alumine	92,2
Oxyde de fer........................	5,0
Carbonate de chaux	1,6
Carbonate de magnésie................	0,2
Soufre à l'état de pyrite................	0,5
	99,5

» Le plomb, rencontré dans les échantillons précédents, n'a pas été trouvé dans celui-ci.

» Dans l'échantillon envoyé, le poids de la matière solide est à peu près moitié de celui du liquide (24^{gr} sur 38^{cc}).

» Toutes ces eaux sont caractérisées par l'abondance du chlorure de potassium, dont la proportion n'est pas de beaucoup inférieure à celle du chlorure de sodium.

» On a vu précédemment que ce même chlorure de potassium abondait dans les déjections de toute nature recueillies le 4 janvier dernier.

» De même que les cendres rejetées le 4 janvier, celles-ci contiennent de la pyrite, mais à un plus grand état de division, et sans doute aussi de formation contemporaine.

» Ce sont manifestement des produits émanant d'un même réservoir. »

BOTANIQUE. — *Ordre de naissance des épillets dans l'épi des* Lolium; par **M. A. Trécul.**

« Chez les Graminées que j'ai étudiées, le rachis a d'abord un accroissement de bas en haut; mais plus tard la végétation, devenant de plus en plus active de bas en haut, prédomine vers le sommet ou plus bas vers la région moyenne (voir t. XC, p. 60); il en résulte un ordre variable dans l'apparition des rameaux. Des individus différents d'une même espèce de *Lolium* peuvent présenter les divers ordres de naissance des épillets; mais, dans tous les cas, l'accroissement général de l'épi finit par devenir basipète. Si la venue de cet accroissement basipète est très tardive, les rameaux naissent de bas en haut, et ils s'accroissent aussi successivement de bas en haut du rachis, jusqu'à ce que, la végétation venant à prédominer près du sommet, les rameaux supérieurs l'emportent sur les inférieurs, qui n'achèvent leur développement qu'après ceux qui sont plus haut placés. Si la prédominance de la végétation par en haut, qui détermine l'accroissement basipète, est précoce, ce sont des rameaux de la région supérieure qui naissent d'abord; tous ceux qui sont au-dessous naissent de haut en bas du rachis. Toutefois, je n'ai jamais vu le supérieur latéral de chaque série apparaître le premier de sa rangée; mais c'est quelquefois le deuxième qui naît d'abord, et souvent le troisième ou le quatrième, à compter d'en haut.

» En observant un grand nombre de jeunes inflorescences, on trouve que le rameau premier-né de chaque série peut être placé à des hauteurs très variables; il peut se trouver près du sommet, ou au quart, au tiers supérieur du rachis, ou même vers la moitié de la hauteur, ou vers le tiers ou le quart inférieur et plus bas encore; mais, de même que ce n'est jamais le supérieur latéral qui apparaît le premier, de même aussi ce n'est jamais le plus bas placé de chaque série; du moins, il est impossible de le prouver, parce que l'on n'a pas ici de point de repère, comme dans une feuille, dont la base est nettement déterminée. Au contraire, quand le premier-né doit se trouver assez haut sur le rachis, il est aisé de démontrer que des rameaux naissent au-dessous de lui comme au-dessus, par les états de végétation des mérithalles qui doivent les produire.

» Je sais bien que l'on essayera d'expliquer les divers états que je viens de signaler par le mode d'accroissement que j'ai décrit dans les feuilles pinnées du *Galega officinalis*, etc. On dira qu'il y a là un accroissement prō-

gressivement plus grand dans les rameaux de plus en plus haut placés, de sorte que ces derniers, quoique nés après ceux qui sont placés plus bas, deviennent graduellement plus grands, ou, ce qui revient au même, parce que les inférieurs subissent un arrêt ou un ralentissement dans leur végétation.

» Cette explication est contredite par trois ordres de faits : 1° par ce qui s'accomplit dans le *Nardus stricta* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 61 et 62); 2° par les états de végétation des mérithalles qui précèdent la naissance des rameaux; 3° par de jeunes épis dans lesquels l'accroissement basipète n'arrive que tardivement. Pendant longtemps, en effet, tout se fait, chez ces derniers, de bas en haut; puis il arrive qu'aussitôt que les épillets supérieurs sont nés, ceux-ci prennent un plus grand accroissement que ceux qui sont au-dessous; alors ce sont des rudiments d'épillets insérés un peu au-dessus de la région moyenne qui sont les plus petits de tous, mais les plus grands sont encore près de la base de l'épi. Ce n'est donc pas un accroissement régulièrement croissant de bas en haut qui détermine les formes que j'ai décrites, ni un ralentissement de la végétation des rameaux inférieurs.

» Voici quelques exemples des états dont je viens de parler. Voyons d'abord des cas dans lesquels ce sont des rameaux de la région inférieure qui naissent les premiers.

» Le *Lolium perenne* m'a donné des exemples bien instructifs sous ce rapport. Dans l'un d'eux le jeune rachis n'avait que $1^{mm},18$ de hauteur; il ne portait de rameaux que sur sa moitié inférieure, qui en avait sept d'un côté et six de l'autre. C'était le troisième rameau de chaque série qui était le plus grand; les supérieurs diminuaient graduellement de bas en haut, les deux inférieurs de haut en bas, et, ce qui était bien remarquable, la moitié supérieure du rachis avait encore huit mérithalles, d'un côté, sept de l'autre, accusés par des bourrelets foliaires semi-embrassants, décroissant de bas en haut et, espacés sur l'axe, laissant libres entre eux les espaces sur lesquels devaient naître les autres rameaux.

» J'ai trouvé des épis de 3^{mm}, 4^{mm}, 5^{mm} et 6^{mm} dans lesquels l'accroissement général s'était effectué de bas en haut; l'accroissement basipète n'était pas encore arrivé. Au contraire, il n'est pas rare de rencontrer des épis de moins de 1^{mm} dans lesquels ce sont déjà les rameaux supérieurs qui l'emportent sur les inférieurs, et dont les derniers, ceux qui seront les plus bas placés, peuvent n'être pas encore nés.

» Dans un épi de $0^{mm},90$ de hauteur, qui avait tous ses rameaux nés par en haut, puisque les glumes de l'épillet terminal étaient apparues, des huit

rameaux existant dans chaque série, c'étaient d'un côté le deuxième et le troisième rameau d'en haut, de l'autre le troisième et le quatrième, qui étaient les plus grands. Ceux qui étaient au-dessous décroissaient de haut en bas.

» Le *Lolium perenne* mutique ne m'a donné que de rares exemples des premiers rameaux nés dans la région supérieure du rachis; mais une forme aristée de ce *L. perenne* m'a donné d'assez nombreux cas de cet ordre de naissance des épillets. Dans le *L. perenne* mutique, c'est dans la région moyenne que j'ai vu le plus souvent apparaître les premiers rameaux.

» Dans un épi de $0^{mm},75$ de hauteur, qui n'avait que cinq rameaux accusés de chaque côté, c'étaient le troisième et le quatrième de chaque série qui étaient les plus grands. Dans une inflorescence de $0^{mm},40$ de hauteur, qui n'avait que trois rudiments de rameaux apparus de chaque côté, c'était le médian qui était le plus gros.

» Je sais bien que de si jeunes inflorescences ne sont pas toujours probantes, parce que l'on n'est souvent pas sûr que la multiplication continuera par en bas; mais, quand on les compare à des épis plus développés, à des degrés divers, et ayant neuf, dix ou onze épillets de chaque côté, et que la généralité de ces épis a les plus grands rameaux dans la région moyenne, il est bien vraisemblable que ce sont ces plus grands rameaux qui sont les premiers-nés.

» Ce que la comparaison de jeunes inflorescences à différents âges indique déjà, la comparaison des mérithalles dans d'assez nombreux épis en voie de produire leurs rameaux le démontre directement, souvent avec la plus grande précision. En effet, on trouve des exemples dans lesquels des rameaux, soit de la région moyenne, soit de la région supérieure, étant nés et déjà élevés, ceux qui sont situés plus bas sont de moins en moins développés, et ceux qui seront plus bas encore sont annoncés par une dilatation verticale des mérithalles qui doivent les produire. Le *L. perenne* aristé que j'ai cité et les *L. italicum, temulentum* m'en ont donné de beaux exemples.

» Un épi haut de $1^{mm},05$, entre autres, de *L. perenne* aristé présentait un peu au-dessous du sommet obtus du rachis, de chaque côté, un mamelon (vu de profil) naissant, et au-dessous quatre proéminences beaucoup plus fortes, représentant des rameaux déjà assez élevés. Plus bas de chaque côté, il y en avait deux plus faibles, l'inférieure étant la plus petite, et au-dessous de celle-ci étaient des mérithalles fortement élargis verticalement, mais ne faisant pas encore de saillie qui pût justifier le nom de rameau. Ces mérithalles étaient seulement préparés à en émettre.

» Le *Lolium temulentum* m'a aussi donné des exemples d'épis à rameaux de la région moyenne naissant avant ceux d'en bas et d'en haut; mais il m'a donné aussi très fréquemment, surtout dans un semis fait tardivement, de beaux exemples de rameaux supérieurs plus précoces et prédominants par leur dimension. Cependant le rameau latéral supérieur était ordinairement un peu plus faible que celui qui était immédiatement au-dessous. Tous les autres décroissaient graduellement de haut en bas. Et, dans des épis où il ne se formait plus de rameaux par en haut, il en naissait certainement encore par en bas (épis de $1^{mm},10$, $0^{mm},90$, $0^{mm},85$, $0^{mm},80$). J'ai dessiné plusieurs de ces épis de $0^{mm},80$ et $0^{mm},85$ seulement, qui ne produisaient plus de rameaux par en haut, puisqu'ils développaient les glumes et glumelles de leur épillet terminal, bien que dans leur partie inférieure il se formât encore de nouveaux rameaux. Une très jeune inflorescence du même *L. temulentum*, haute de $0^{mm},67$, était bien remarquable. Tous ses articles supérieurs, sauf le dernier, étaient fortement dilatés verticalement du côté qui devait produire un rameau; mais les rameaux ne commençaient à naître que sur une face du rachis; les quatre mérithalles les plus avancés s'y renflaient chacun en une saillie, qui était évidemment le rudiment d'un rameau. Le renflement le plus considérable était le plus haut placé des quatre; les trois autres décroissaient de haut en bas. De l'autre côté de l'épi, les mérithalles correspondants, alternant avec ces renflements, étaient seulement dilatés verticalement; ils étaient délimités par une ligne droite à peu près verticale; mais les supérieurs de ces mérithalles étaient déjà beaucoup plus dilatés que les plus bas placés. Là, il n'était donc pas douteux que les rameaux naquissent de haut en bas, sauf, je le répète, un supérieur latéral.

» Le *Lolium italicum* surtout m'a donné des résultats très variés et quelques exemples du plus haut intérêt théorique. Il est fréquent de trouver des épis dont la généralité des rameaux naît de bas en haut, sauf peut-être l'inférieur, qui n'est jamais trouvé le plus grand de tous; c'est assez souvent le troisième ou le quatrième, parfois même le deuxième d'en bas, qui est le plus développé. Tous les autres sont d'autant plus petits qu'ils sont insérés plus haut sur le rachis. Cette dimension relative des rameaux ou épillets se conserve quelquefois assez longtemps. Ainsi, dans un épi de $4^{mm},20$, ayant dix-neuf rameaux dans la série A (celle dont l'épillet inférieur est le plus bas sur l'axe) et dix-huit dans la série A', c'étaient le troisième et le quatrième du bas de la série A, et le troisième de la série A', qui étaient les plus grands. Tous ceux qui étaient au-dessus allaient en diminuant de bas en haut. Le premier et le deuxième du bas de chaque

série étaient plus petits que le troisième, mais ils étaient plus grands que les supérieurs, le terminal excepté. L'épillet inférieur de la série A avait $0^{mm},29$; le quatrième avait $0^{mm},42$; le supérieur latéral n'avait que $0^{mm},25$; mais le terminal avait $0^{mm},42$, comme le plus grand d'en bas. Un autre épi de 6^{mm}, ayant vingt-cinq épillets dans la série A et vingt-quatre dans la série A', avait aussi conservé l'accroissement basifuge pour l'ensemble des épillets latéraux. Les deuxièmes et troisièmes d'en bas étaient les plus grands des latéraux; les supérieurs étaient les plus petits.

» Il n'en est pas toujours ainsi. Ce sont fréquemment les rameaux de la région moyenne qui naissent les premiers, et quelquefois même les rameaux de la région supérieure. Dans un épi de $1^{mm},00$, les rameaux de la région moyenne naissaient les premiers; au-dessus et au-dessous plusieurs rameaux étaient annoncés par un élargissement vertical des mérithalles, comme j'en ai cité des exemples. Dans de tels cas, les rameaux de la région moyenne conservent quelque temps la prééminence; puis, l'accroissement prédominant par en haut, ils sont dépassés par les rameaux supérieurs.

» Dans d'autres cas, ce sont des rameaux de la région supérieure qui naissent d'abord; les inférieurs naissent ensuite de haut en bas, mais je n'ai jamais vu que ce fût le plus haut placé de chaque série qui naquît le premier. Ce sont souvent les troisième et quatrième de chaque série (à compter d'en haut), qui apparaissent d'abord; les deux ou trois situés au-dessus ne naissent qu'ensuite. A la première phase de leur évolution, ceux-ci sont toujours trouvés plus petits que les latéraux placés immédiatement au-dessous. Dans de tels cas, le terminal est toujours le plus avancé de tous [1]. Ainsi, dans un épi de $1^{mm},65$, entre autres, ayant seize rameaux de chaque côté, les quinzième et quatorzième de la série A étaient les plus grands des latéraux, et dans la série A' c'étaient les quatorzième et treizième; le quinzième et le seizième étaient plus petits que ces derniers, et tous les inférieurs diminuaient graduellement de haut en bas.

» Outre les preuves déjà énoncées plus haut, qui démontrent que dans de tels épis l'affaiblissement graduel des épillets inférieurs n'est pas dû à un ralentissement de leur végétation, mais à l'ordre de leur naissance, le *Lolium italicum* m'en a donné une nouvelle fort élégante et aussi concluante, que voici. Les nombreux rameaux de deux jeunes épis étaient tous nés de bas en haut, et ils s'étaient accrus de façon que les plus grands

---

(1) Mais, quand les premiers-nés sont situés beaucoup plus bas, il peut arriver que le terminal ne soit pas toujours le plus avancé.

étaient à la partie inférieure du rachis; mais, comme d'ordinaire, le plus bas placé et le suivant étaient moins avancés que le troisième et le quatrième de chaque série. Tous les autres allaient graduellement en diminuant de bas en haut jusque *vers les deux tiers* de la hauteur de l'épi, *où se trouvaient les plus petits de tous*. A partir de là, les rameaux de la région supérieure *devenaient graduellement de plus en plus grands,* mais les plus haut placés de chaque série étaient moins avancés que les inférieurs. Voici les proportions exactes de ces rameaux. L'un de ces épis, haut de 2^{mm},35, avait vingt-quatre rameaux dans chaque série. Les rameaux de l'un des côtés furent mesurés : l'inférieur avait 0^{mm},100; le troisième et le quatrième d'en bas avaient 0^{mm},165; le dix-septième et le dix-huitième avaient seulement 0^{mm},050; le supérieur de chaque série avait 0^{mm},065.

» Ainsi, ce n'était pas le rameau supérieur latéral, le vingt-quatrième, qui était le plus petit, comme cela aurait dû être si l'accroissement avait persisté à s'effectuer de bas en haut : c'étaient le dix-septième et le dix-huitième qui étaient les plus courts, c'est-à-dire des rameaux situés *vers les deux tiers* de la hauteur de l'épi. Cela montre que, si *dans le premier âge* des rameaux de certains épis les supérieurs sont plus grands que les inférieurs, cela n'est pas dû à un accroissement progressif et continu de la végétation, se propageant régulièrement de bas en haut, ou à un ralentissement de celle des rameaux inférieurs, de manière à donner une série de rameaux graduellement plus développés de la base au sommet du rachis, puisque, dans le cas que je viens de citer, ce sont des rameaux d'un peu au-dessus de la région moyenne qui sont les plus petits, tandis que les plus grands sont encore en bas. C'est donc que tout à coup, pour ainsi dire, une plus grande activité de la végétation est survenue dans la partie supérieure des épis et a interverti l'ordre de l'accroissement des épillets rudimentaires.

» Ce qui arrive ici dans un épi de 2^{mm},35 ne survient parfois que dans des épis de 6^{mm} et plus, et d'autres fois dans de jeunes rachis encore dépourvus de rameaux (*Nardus stricta,* etc.). L'opinion que j'ai soutenue reçoit donc une nouvelle confirmation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'orbite que parcourt un point matériel attiré par un sphéroïde.* Note de M. H. GYLDÉN. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Permettez-moi de vous entretenir d'un problème d'Astronomie théorique qui, peut-être, n'est pas entièrement sans intérêt pour vous : c'est la recherche de l'orbite que parcourt un point matériel attiré vers un sphéroïde selon la loi newtonienne. Dans le cas qui touche à l'Astronomie, on a avec approximation suffisante, pour cette force, l'expression suivante,

$$-\frac{\mu_1}{r^2}-\frac{3\mu_2}{r^4},$$

μ_2 étant la demi-différence entre les moments d'inertie, ou, plus exactement,

$$\mu_2=\tfrac{1}{4}(2\mathrm{C}-\mathrm{A}-\mathrm{B}).$$

» En supposant maintenant, pour obtenir la solution correspondant à la première approximation, que le mobile se meut dans l'équateur du sphéroïde, on a les équations suivantes (r étant le rayon vecteur et v l'angle que fait ce rayon avec l'axe fixe des x):

$$r^2\frac{d^2v}{dt^2}+2r\frac{dr}{dt}\frac{dv}{dt}=0,$$

$$\frac{d^2r}{dt^2}-r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2+\frac{\mu_2}{r^2}+\frac{3\mu_2}{r^4}=0,$$

» Si l'on introduit dans ces équations, au lieu de t, une nouvelle variable indépendante u, qui est liée à t par l'équation

$$dt=\gamma r^2 du,$$

γ étant un coefficient constant à notre disposition, il en résulte

$$dv=\gamma\sqrt{c}\,du,$$

$$\frac{1}{\gamma^2}\left(\frac{dr}{du}\right)^2=r(2\mu_2-cr+2\mu_1 r^2-hr^3),$$

où l'on a désigné par $\sqrt{c}$ et h les deux constantes d'intégration.

» Supposons que l'orbite soit fermée; alors l'équation

$$0 = 2\mu_2 - cr + 2\mu_1 r^2 - hr^3$$

doit nécessairement avoir deux racines positives. En les désignant par r_1 et r_2, on peut mettre

$$\frac{1}{\gamma^2}\left(\frac{dr}{du}\right)^2 = r(r-r_1)(r-r_2)(\gamma_0 - \gamma_1 r),$$

après quoi l'on peut exprimer les coefficients $2\mu_2$, c, $2\mu_1$ et h au moyen de r_1, r_2, γ_0 et γ_1. Il est aisé de voir qu'on aura

$$\begin{aligned}
2\mu_2 &= \gamma_0 r_1 r_2,\\
c &= (r_1 + r_2)\gamma_0 + r_1 r_2 \gamma_1,\\
2\mu_1 &= (r_1 + r_2)\gamma_1 + \gamma_0,\\
h &= \gamma_1.
\end{aligned}$$

» Maintenant, si l'on pose

$$r = \frac{r_1 - my}{1 - ny}$$

et que l'on admette les indéterminées assujetties aux conditions suivantes,

$$\begin{aligned}
r_2 - r_1 &= nr_2 - m,\\
\gamma_1 m &= \gamma_0 n,\\
\gamma^2 &= \frac{4}{r_1(\gamma_1 r_2 - \gamma_0)},
\end{aligned}$$

il viendra

$$y = \operatorname{sn} u, \quad \operatorname{mod} k = \frac{m}{r_1},$$

et, parce qu'on a

$$r = r_1 \frac{\operatorname{dn} u^2}{1 - n \operatorname{sn} u^2},$$

il en résultera

$$dt = \gamma r_1^2 \frac{\operatorname{dn} u^4}{(1 - n \operatorname{sn} u^2)^2}\, du.$$

» Pour donner à cette expression la forme usuelle des intégrales elliptiques, j'introduis deux quantités nouvelles, en posant

$$n = k^2 \operatorname{sn}(i\sigma + \mathrm{K})^2,$$

d'où il résulte

$$\frac{m}{n}=\frac{\gamma_0}{\gamma_1}=\frac{r_1}{[\operatorname{sn}(i\sigma+K)]^2},$$

puis

$$\frac{r_2-r_1}{r_2}=k^2\operatorname{sn}(i\omega+K)^2.$$

» Mais, par la valeur de n, savoir

$$n=\frac{\gamma_1(r_2-r_1)}{\gamma_1 r_2-\gamma_0},$$

ou bien

$$n=\frac{r_2-r_1}{r_1\gamma_1\left[1-\frac{r_1}{r_2}\frac{1}{\operatorname{sn}(i\sigma+K)^2}\right]},$$

nous aurons

$$\left[\frac{\operatorname{sn}(i\sigma+K)}{\operatorname{sn}(i\omega+K)}\right]^2=\frac{1}{1-\frac{r_1}{r_2}\frac{1}{\operatorname{sn}(i\sigma+K)^2}}=\frac{1}{1-\left[\frac{\operatorname{dn}(i\omega+K)}{\operatorname{sn}(i\sigma+K)}\right]^2},$$

de sorte qu'il vient

$$\gamma=\sqrt{\frac{2r_1}{\mu_2}}\frac{1}{\operatorname{sn}(i\omega+K)}.$$

» Le coefficient $\sqrt{c}$ ne peut pas être exprimé rationnellement à l'aide des auxiliaires σ et ω, mais on trouvera cependant une formule bien aisée pour les calculs numériques. En effet, il résulte, après quelques transformations,

$$\gamma\sqrt{c}=2\frac{\operatorname{sn}(i\sigma+k)}{\operatorname{sn}(i\omega+k)}\sqrt{1+\{1-k'^2[\operatorname{sn}(\omega,k')\operatorname{sn}(\sigma,k')]^2\}},$$

de sorte qu'on peut très facilement calculer la quantité S dans la formule

$$\gamma\sqrt{c}=2(1+S)\frac{\pi}{2k}.$$

» Le coefficient γ peut encore être exprimé de la manière suivante :

$$\gamma=\sqrt{\frac{r_1+r_2}{r_1 r_2}}k'[\operatorname{sn}(\sigma+\omega)+\operatorname{sn}(\sigma-\omega)].\text{ »}$$

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Lissajous*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Abria obtient.	43	suffrages
M. Violle »	3	»
M. Terquem »	2	»
M. Crova »	1	»

M. Abria, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Applications de la théorie des germes aux champignons parasites des végétaux, et spécialement aux maladies de la vigne.* Note de M. Max. Cornu.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La théorie des germes, à laquelle M. Pasteur a attaché son nom, a une importance considérable en Agriculture, et, si les prescriptions qu'elle indique étaient suivies, les cultivateurs en retireraient d'incontestables avantages; plusieurs pratiques agricoles y trouvent un fondement scientifique; cette théorie se présente à nous et s'impose à propos des sujets les plus divers.

» Dans un très grand nombre de cas, les parasites végétaux qui attaquent les plantes de nos climats n'occupent pas définitivement la plante atteinte, mais ils sont confinés sur des organes, dont la plante peut être artificiellement ou naturellement dépouillée, recouvrant ainsi la santé.

» Dans les parties séparées du végétal, le parasite subsiste sans périr, mais il y est soumis pendant une période plus ou moins longue au hasard des saisons; il doit émettre des corps reproducteurs, qui, livrés aux caprices de l'atmosphère, auront à atteindre et à occuper de nouveau la plante d'où ils ont été exclus.

» Ce fait se produit de façons diverses :

» A. Le mycélium ne meurt pas; il doit, soit passer l'hiver tel quel, soit s'accroître encore et donner naissance à des corps reproducteurs nouveaux ou semblables aux anciens.

» B. Le mycélium est mort après avoir donné des corps reproducteurs, qui bravent les conditions défavorables et n'entrent en végétation que dans la saison propice.

» On pourrait donner de nombreux exemples; mais on peut dire d'une manière générale que le premier groupe contient des Ascomycètes; le second les Urédinées, Ustilaginées, Péronosporées, Chytridinées, Myxomycètes et aussi quelques Ascomycètes.

» Il y a une conséquence pratique à tirer des faits qui précèdent.

» A. On peut placer les parties caduques dans des conditions telles, que le parasite n'y continue pas à vivre; on supprime ainsi l'ensemencement des spores au retour de la saison végétative. Dans plusieurs cas, la dessiccation prolongée seule pourrait suffire, jusqu'au jour où, l'époque de l'évolution dépassée, le parasite ne peut plus s'accroître et meurt naturellement, exemple : Phacidiées (*Rhytisma acerinum*), Dothidéacées (*Polystigma rubrum*) [1], la plupart des Septoriacées, etc.; il faudrait donner de longs détails que cette Note ne comporte pas.

» On peut utiliser les feuilles malades (ou toutes les feuilles sans les trier) à la nourriture des bestiaux, les employer pour les litières, pour la confection de composts, etc.; mais on doit les traiter de telle sorte que, quand revient la saison de leur végétation, les spores ne puissent se disséminer; on les accumulera dans des fosses spéciales, on les recouvrira de terre et on pourra plus tard répandre ces débris sur les cultures.

» Quand le parasite se montre sur les rameaux, qui ne sont pas naturellement caducs comme les feuilles, on peut les retrancher, et ces parties coupées pourront être traitées comme il vient d'être dit.

» B. Les autres espèces de parasites ne permettent point des pratiques semblables; on ne saurait sans danger les employer à la nourriture des bestiaux, à la confection des composts et des litières. La digestion, la putréfaction des tissus ne frappent point de mort les spores dormantes, qui conservent intactes leur propriété germinative. Après un enfouissement prolongé, ces spores donnent aisément de nouveaux germes; on ne peut

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 22 juillet 1877.

donc sans imprudence utiliser les débris provenant des végétaux malades (1). Il faut détruire ces débris par l'action du feu. C'est une mauvaise économie que d'employer pour les étables les pailles couvertes de Rouille, c'est mal comprendre ses intérêts que de faire consommer aux animaux les grains cariés ou charbonneux, les choux couverts de *Cystopus*, les fanes de pomme de terre péronosporées ; les fumiers qui en proviennent peuvent contaminer au loin les cultures : j'en ai observé des exemples (2).

» La place manque pour développer les conséquences spéciales pour chaque groupe de plantes : si l'on ne considère que la vigne, on a affaire à un cas particulier et curieux.

» La vigne est attaquée par trois parasites principaux, appartenant au règne végétal et déterminant trois maladies.

» L'*oïdium* et l'anthracnose n'ont pas de spores dormantes ; leur présence n'empêcherait pas d'utiliser les débris des plantes. Mais ces deux parasites demeurent sur les rameaux ; il convient donc, pour s'en rendre maître, de supprimer la réinvasion par des spores venues de la plante elle-même. On devra donc enlever les parties malades : pour l'*oïdium*, le bois taché ; pour l'anthracnose, les parties cariées. Il conviendra, en outre, de badigeonner les parties aériennes *de l'année* avec des produits sulfureux, par exemple des sulfocarbonates, pour tuer les myceliums encore vivants.

» Étendu à la totalité du cep, ce traitement aurait l'avantage de détruire, à la fois, l'œuf d'hiver du Phylloxera et la Pyrale, ce qui exige souvent une opération spéciale dans le Midi et dans l'Ouest.

» Les feuilles, les rameaux détachés par la taille, peuvent contaminer les vignes si on les abandonne sur le sol, à l'humidité, dans des conditions où les parasites peuvent continuer leur évolution ; il faut donc les recueillir et les emporter loin des cultures.

» L'existence du *Peronospora viticola* commande de les *brûler* ; les cendres pourraient alors être utilisées comme amendements. En les détruisant ainsi, on empêchera la réapparition des germes dans une proportion considérable ; la préservation sera efficace surtout si l'on prend quelques précautions pendant les premières années ; il ne faut pas laisser les spores dormantes s'accumuler dans le sol : le mal serait bien plus difficile à combattre ; ce soin se recommande surtout aux viticulteurs possesseurs de plants fins et délicats (Médoc) ou aux producteurs de racines de choix (Thomery, Fontainebleau).

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séances du 9 décembre 1878 et du 12 juillet 1880.

(2) *Loc. cit.*, 12 juillet 1880.

» Le sort qui attend ces conseils sera sans doute celui qu'ont eu les premiers avertissements contre le *Peronospora viticola*, mais le devoir ordonne de dire ce qu'on pense être la vérité, quelle que soit la manière dont seront reçus les avis. »

VITICULTURE. — *Sur la découverte de l'œuf d'hiver dans les Pyrénées-Orientales.* Note de M. **Campana.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai toujours pensé que la différence de climat, qui peut exister entre les Pyrénées-Orientales et le Libournais, n'était pas une raison suffisante pour changer les mœurs du Phylloxera et que, par conséquent, si l'œuf d'hiver se trouvait sur le bois extérieur chez M. Boiteau, il devait se trouver dans les mêmes conditions d'habitat dans les Pyrénées-Orientales.

» Partant de ce principe, voici comment j'ai procédé dans la recherche de l'œuf d'hiver :

» J'ai coupé un très grand nombre de souches, de manière à emporter le bois de quatre ou cinq ans. J'enlevais ensuite les lambeaux d'écorce qui se soulèvent naturellement, en m'arrangeant de façon que tous les corpuscules qui se trouvaient sur ces lambeaux tombassent sur une feuille de papier blanc, où il était facile de choisir à la loupe tout ce qui pouvait ressembler à un œuf. Ces objets étaient alors placés sur une lame de verre et soumis à l'examen microscopique. Pour augmenter le nombre de corpuscules à examiner, je frappais à petits coups sur le bois que je venais de dépouiller de son écorce et je recueillais de même, sur du papier blanc, tous ceux qui tombaient. J'ai été assez heureux pour découvrir de la sorte, dans les vignes du Soler, entre le 20 et le 30 septembre, trois œufs d'hiver, parfaitement reconnaissables à la tache rouge et au pédicule de suspension qui les caractérisent.

» J'avais vu l'œuf d'hiver chez M. Boiteau, ce qui me permettait de le reconnaître. M. Ferrer, membre du Comité central de vigilance de Perpignan, n'a pas hésité à le reconnaître aussi. J'envoyai deux de ces œufs à M. Catta, délégué régional; malheureusement, ils subirent quelques détériorations en route. Leur caractère restait cependant, d'après ce que m'a dit M. Catta, suffisamment reconnaissable.

» Je ne doute pas que, par des recherches analogues, on n'arrive à retrouver, ailleurs que dans les Pyrénées-Orientales, des œufs d'hiver, dont le

nombre, je dois le dire, m'a paru très restreint, en raison des nombreuses investigations auxquelles j'ai dû me livrer. »

VITICULTURE. — *Sur un procédé de préparation du sulfure de carbone à l'état solide, pour le traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. J. Lafaurie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxéra.)

« Nous solidifions le sulfure de carbone en en faisant une émulsion avec une solution d'algues. L'algue connue sous le nom de *mousse du Japon, thao, singlass,* donne un très bon résultat.

» Nous préparons la solution en chauffant avec précaution l'eau contenant la mousse du Japon jusqu'à 90°. A cette température, l'eau en dissout 4 pour 100 de son poids environ. Nous laissons ensuite tomber le feu, sans que la matière se précipite, jusqu'à 35° ou 40°. L'émulsion avec le sulfure de carbone est faite dans un malaxeur. Il est indispensable que l'action soit très rapide et le mélange très intime.

» En comptant sur l'emploi de la mousse du Japon pure (¹), on pourrait établir ainsi le prix de revient du sulfure de carbone solidifié :

Sulfure de carbonne, les 100^kg	50^fr
Solution de mousse du Japon, les 100^kg en contenant 4^kg à 3^fr le kilogramme	12
Main-d'œuvre	3
Matière solide (200^kg)	65

» On peut varier la proportion de sulfure de carbone comme on veut, jusqu'à en mettre 80 pour 100. La consistance du mélange solidifié est d'autant plus forte que la dissolution y est plus abondante.

» L'évaporation du sulfure de carbone est très lente. Un morceau de notre matière solidifiée, laissé à l'air pendant deux mois, renfermait encore une grande quantité de sulfure.

» On pourrait donc obtenir, en enfouissant des morceaux de notre matière au pied de la vigne, la présence pendant un temps très long de vapeurs de sulfure de carbone autour des radicelles. Il serait facile de mettre

(¹) La mousse du Japon coûte, en Europe, lorsqu'elle est très pure et comestible, environ 3^fr le kilogramme; mais nous obtenons de bonnes solidifications en la mélangeant avec des algues de prix inférieur, telles que le *Fucus crispus*.

à la disposition des vignerons des échantillons de richesse différente en sulfure, et ils pourraient expérimenter eux-mêmes ceux qui conviendraient le mieux à la nature de leurs cépages et à l'humidité de leur sol, de façon à éviter tout inconvénient pour la végétation. »

M. **Barral** adresse, de Bessan (Hérault), une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Haunet** adresse un Mémoire relatif au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. F. **Le Clerc** se met à la disposition de l'Académie pour l'une des expéditions destinées à l'observation du prochain passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Brioschi**, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La « Revue de Géologie », publiée par MM. *Delesse* et *de Lapparent* (années 1877 et 1878).

2° La 16e année du « Journal du Ciel », publié par M. *Vinot*.

3° Des « Recherches statistiques et médicales sur la ville de Cette », par M. *L. Amat*. (Cet Ouvrage est renvoyé au Concours de Statistique pour 1881.)

ASTRONOMIE. — *Comète Swift* (*e* 1880). Note de MM. **Schulhof** et **Bossert**, présentée par M. Mouchez.

« Dans notre première Note (*Comptes rendus*, 6 décembre 1880), tout en excluant la durée de révolution de 11 années, nous n'avons pu décider

si la comète accomplissait sa révolution en $5\frac{1}{2}$ ans ou en $3\frac{2}{3}$ ans. Depuis, nos calculs ont dissipé ce doute en attribuant à la comète une durée de révolution de $5\frac{1}{2}$ ans; ils ont, en outre, démontré avec certitude l'identité de cette comète avec celle de 1869, comète III, découverte par M. Tempel.

» Après avoir calculé une éphéméride à l'aide de nos éléments elliptiques provisoires, nous avons comparé toutes les observations publiées jusqu'à ce jour et celles communiquées par M. Tempel. Le résultat de cette comparaison est donné dans le Tableau suivant :

Dates. 1880.	Lieu d'observation.	Observation-Calcul. $\Delta\alpha \cos\delta$.	$\Delta\delta$.	Dates. 1880.	Lieu d'observation.	Observation-Calcul. $\Delta\alpha \cos\delta$.	$\Delta\delta$.
Oct. 25	Washington......	$-1^s,06$	$+29'',5$	Oct. 25	Boston..........	$-3^s,25$	$+7'',6$
25	Odessa..........	$-1,6$	$-11,8$				
Oct. 28	Boston..........	$-0,90$	$-43,4$	Nov. 1	Washington......	$-0,88$	$+22,2$
31	Odessa..........	$+0,42$	$+13,5$	2	Boston..........	$+0,96$	$+9,6$
Nov. 1	Odessa..........	$+0,16$	$+30,3$				
Nov. 7	Washington......	$-0,22$	$+34,7$	Nov. 10	Dun-Echt........	$+1,42$	$+27,6$
7	Dun-Echt........	$-0,23$	$+26,1$	10	Paris............	$-1,46$	$+35,0$
9	Dun-Echt........	$-2,00$	$+31,0$	11	Paris............		$+26,7$
9	Paris............	$-1,54$	$+26,7$	11	Cambridge (E. U.).	$-0,33$	$+36,1$
9	Strasbourg.......	$-2,93$	$+16,5$				
Nov. 20	Kiel............	$+3,17$	$+10,6$	Nov. 21	Lund...........	$-0,13$	$+37,5$
20	Wilhemshaven....	$+0,48$	$+19,6$	21	Kiel............	$-0,54$	$+19,7$
20	Paris...........	$-0,53$	$+4,8$	22	Odessa..........	$+2,11$	$+6,9$
20	Lund...........	$-0,61$	$+13,3$				
Nov. 25	Paris............	$+0,26$	$+10,5$	Nov. 27	Paris............	$-0,10$	$+6,0$
Déc. 1	Arcetri..........	$+0,22$	$+21,4$	Déc. 3	Arcetri..........	$+0,25$	$-13,3$
2	Kiel............	$+0,63$	$-8,0$	5	Arcetri..........	$+0,54$	$-2,8$

» Nous avons changé l'observation d'Odessa octobre 25, où l'étoile de comparaison était mal identifiée, et nous avons augmenté de 1′ la déclinaison de Washington novembre 1 (observation méridienne). Nous avons exclu les observations de Boston octobre 25 (α) et 28 (δ), de Dun-Echt novembre 10 (α) et toutes celles du professeur Young, en Amérique.

» Nous avons pu former les six lieux normaux suivants, rapportés à l'écliptique de 1880,0 :

I.	Octobre	25,5........	$\lambda = 341°.46'.25'',4$	$\beta = 38°.39'.54'',1$
II.		31,5........	349.54.27,0	42.14.31,3
III.	Novembre	9,5........	9. 0.49,3	45.59.21,4
IV.		20,5........	39.57.40,2	42.56.19,2
V.		26,5........	54.26.58,9	37.16.29,8
VI.	Décembre	3,5........	66.38.34,7	29.22.53,7

» En acceptant comme condition le demi-grand axe correspondant à une durée de révolution de $5\frac{1}{2}$ ans, nous avons trouvé le système d'éléments suivants :

Époque..........	Octobre 25,5, temps moyen de Berlin.	
M	357°33′ 2″,8	
π	43. 4.40 ,5	1880,0
☊.................	296.51.25 ,7	1880,0
i	5.23. 0 ,4	1880,0
e..................	40.56.34 ,0	
log a................	0,490718	

» Les écarts suivants restent dans les lieux intermédiaires.

	$\Delta\lambda \cos\beta$.	$\Delta\beta$.
II..................	+ 11″,6	— 12″,3
III.................	— 5,3	+ 7,1
IV..................	— 11,7	+ 13,5
V...................	— 13,1	+ 6,3

» La représentation laisse encore beaucoup à désirer; nous nous proposons de déterminer plus tard les éléments à l'aide des coefficients différentiels. »

ASTRONOMIE. — *Influence de la pente de réfringence sur la réfraction astronomique.* Note de M. S. Glasenapp, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Dans toutes les théories de la réfraction astronomique, on suppose que les couches atmosphériques d'égale densité sont distribuées en surfaces concentriques par rapport à la surface de la Terre. Nous nommerons ré-

fraction *normale*, ou réfraction *tabulaire*, les valeurs de la réfraction, fournies par les Tables calculées dans cette hypothèse.

» En réalité, les couches d'égale densité ne sont pas généralement distribuées en surfaces concentriques par rapport à la surface de la Terre; il peut donc y exister une *pente* plus ou moins grande, ce qui dépend des conditions particulières. Nous nommerons simplement *pente de réfringence* cette pente des couches atmosphériques.

» Les observations des températures et pressions barométriques, que l'on recueille dans presque tous les instituts météorologiques centraux, permettent de tracer, au moins à de certains instants et par de certaines altitudes, les courbes d'égales densités. Il est clair que, si les couches atmosphériques d'égale densité ne sont pas concentriques par rapport à la surface de la Terre, ou autrement, s'il existe une pente de réfringence, la réfraction réelle différera de la réfraction normale ou tabulaire; de plus, la disposition de la pente peut faire naître une réfraction latérale, savoir un déplacement de l'astre en azimut.

» Les causes qui produisent les pentes de réfringence et leurs variations nous sont très peu connues. Ces questions sont à peine touchées par les astronomes, et, en général, il faut dire que, de tout ce qui concerne la pente de réfringence, nous ne connaissons que très peu de chose.

» L'influence de la pente de réfringence sur la réfraction peut être admise *a priori*; quant à sa grandeur, elle ne peut être déterminée que par la voie des observations. La petitesse des grandeurs en question rend le problème très difficile. Un autre problème, que l'on peut regarder comme corollaire, nous paraît très intéressant, mais plus difficile encore que celui-ci : c'est d'étudier l'influence de la périodicité de la pente de réfringence, en supposant qu'elle existe, sur des grandeurs ayant pour période une année solaire, comme, par exemple, la parallaxe des étoiles fixes et leur aberration annuelle. Il nous semble très probable que, s'il existe une périodicité dans les variations des pentes de réfringence, elle se manifestera dans la détermination des parallaxes des étoiles fixes, ainsi que dans la détermination du coefficient constant de l'aberration de la lumière.

» Ayant en vue d'étudier ces questions dans tous leurs détails, nous croyons devoir prendre la méthode suivante :

» 1° Déterminer l'influence de la pente de réfringence, au moyen des observations faites sur différentes étoiles fixes.

» 2° Étudier la loi de la variation de cette influence, en fonction de la distance zénithale.

» 3° Examiner s'il existe quelque période annuelle dans la pente de réfringence, et, dans ce cas, en évaluer la grandeur.

» 4° Étudier quelle influence peut exercer cette variation périodique sur la parallaxe annuelle des étoiles fixes, ainsi que sur leur aberration.

» 5° Étudier la réfraction latérale.

» Nous sommes certain que l'étude de ces questions en fera naître quelques autres, dont on n'a présentement aucune idée. C'est par le premier numéro des points énoncés que nous avons commencé l'étude de l'influence de la pente de réfringence. Les résultats de cette étude seront exposés dans une Note subséquente. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le contact des coniques et des surfaces.* Note de M. G. DARBOUX.

« M. Kummer a démontré que les surfaces du quatrième ordre douées d'une conique double peuvent être engendrées de dix manières différentes par le mouvement d'une conique variable assujettie à rencontrer en deux points la conique double. Dans le cas où ces surfaces deviennent des cyclides, les coniques sont toutes des cercles, et il passe, par conséquent, dix cercles par chaque point de la surface. Cette propriété des cyclides m'a toujours paru des plus intéressantes; les nombreuses recherches des géomètres sur les surfaces des cinq premiers ordres nous ont bien fait connaître des surfaces contenant plusieurs séries de coniques, mais aucune d'elles n'admet un aussi grand nombre de séries de sections circulaires que les cyclides. Il m'a semblé qu'il y aurait intérêt à démontrer rigoureusement qu'une surface ne peut admettre plus de dix séries de sections circulaires et que les cyclides sont les seules surfaces dans lesquelles ce nombre maximum de dix séries soit effectivement atteint. Choisissant parmi les différentes voies qui pouvaient s'offrir pour la démonstration de cette proposition difficile, j'ai étudié le contact d'une conique et d'une surface et examiné en particulier le cas où cette conique est un cercle (¹), et j'ai ainsi obtenu les propositions suivantes, dont la démonstration est aussi facile que le comporte la nature d'un sujet où l'on a à considérer les dérivées des six premiers ordres d'une fonction de deux variables indépendantes:

(¹) M. Transon a publié sur ce sujet deux Mémoires, l'un en 1841 dans le *Journal de Liouville*, l'autre en 1870 dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*.

» *Si dans une surface* (S) *on considère toutes les sections planes passant par une même droite tangente en un point simple* O, *le lieu des coniques osculatrices de ces sections à leur point de contact commun avec la tangente est une surface du second degré ayant un contact du second ordre avec la surface* (S).

» Étant donnée une surface quelconque (Q) à neuf paramètres, on peut en général disposer de ces paramètres de telle manière que la surface soit osculatrice en O à la surface (S) et de telle manière que les trois tangentes au point triple qu'a la courbe de section des deux surfaces en O soient confondues suivant une tangente quelconque (T) donnée à l'avance. Dans le cas où la surface (Q) est du second degré, la tangente (T) ne peut pas être prise arbitrairement; elle ne peut avoir que trois positions, et alors il y a une infinité de surfaces du second degré correspondantes à chacune de ces directions. La théorie du contact d'une surface du second degré avec une surface quelconque conduit donc à un système de lignes analogues aux lignes de courbure et définies par une équation différentielle du premier ordre et du troisième degré en $\frac{dy}{dx}$. Trois surfaces particulières du second degré peuvent être considérées comme ayant le contact le plus intime possible avec la surface proposée.

» *Les plans qui coupent la surface* (S) *suivant des sections planes surosculées en* O *par une conique enveloppent un cône de neuvième classe admettant le plan tangent en* O, *pour plan tangent septuple.*

» *En dehors des surfaces du second ordre, il n'y a que la surface de Steiner et ses variétés et la surface réglée du troisième ordre qui admettent une infinité de coniques passant par chaque point de la surface.*

» *Il y a en général vingt-sept coniques qui coupent la surface* (S) *en sept points confondus au point* O.

» *Les plans qui coupent la surface* (S) *suivant des sections surosculées en* O *par un cercle enveloppent un cône de cinquième classe admettant le plan tangent pour plan tangent quadruple.*

» *Le lieu des pôles des inversions qui transforment la surface* (S) *en une autre* (S'), *pouvant avoir au point* O', *inverse de* O, *un contact du troisième ordre avec une surface du second ordre, est une courbe du sixième ordre qui est l'inverse par rapport à* O *d'une cubique gauche.*

» *Par chaque point simple* O *de la surface* (S) *il passe en général dix cercles coupant la surface en cinq points confondus. En d'autres termes, il y a dix sections dont les coniques osculatrices sont des cercles.*

» *S'il y a plus de dix cercles, le point est nécessairement un ombilic.*

» *Une surface ne peut admettre plus de dix cercles passant en chaque point sans se réduire à une sphère.*

» *Les seules surfaces qui admettent dix séries de sections circulaires sont les cyclides.*

» Je dirai quelques mots de la démonstration de ce dernier théorème. On commence par établir que, si en chaque point de la surface il passe dix cercles coupant la surface en six points consécutifs, chacun de ces cercles est nécessairement rencontré en deux points par l'un des neuf autres. Cette remarque dispense des intégrations qu'il y aurait à faire pour déterminer la surface, ou du moins elle permet de les effectuer par des considérations géométriques.

» On en déduit, en effet, que la surface contient deux séries de cercles C, C′, ..., Γ, Γ′, ... telles que tout cercle de la première série coupe en deux points chaque cercle de la seconde.

» On déduit aisément de là que les cercles (C), ..., (Γ), ... doivent être orthogonaux à une sphère fixe (θ). Par suite, la surface cherchée est l'enveloppe des sphères à deux paramètres variables, contenant l'un des cercles (C) et l'un des cercles (Γ). Ces sphères sont orthogonales évidemment à la sphère (θ), et, comme elles coupent la surface cherchée suivant deux cercles, le lieu des centres de ces sphères doit être une surface doublement réglée, c'est-à-dire une surface du second degré. On reconnaît le mode de génération des cyclides dû à M. Moutard.

» Pour démontrer quelques-unes des propositions précédentes, j'ai fait usage d'une forme réduite à laquelle on peut amener le développement de la coordonnée z d'un point d'une surface quelconque en employant une transformation homographique. Cette forme est la suivante,

$$z = xy + x^3 + y^3 + xy(ax^2 + by^2) + u_5 + \ldots,$$

et il y a une forme réduite analogue pour le cas des n variables. Elle permettrait de traiter la question des invariants différentiels, qui a fait l'objet des importantes recherches de M. Halphen; mais j'ai laissé ce sujet entièrement de côté. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles linéaires.* Note de M. APPELL, présentée par M. Bouquet.

« Les recherches de M. Hermite (¹) sur l'équation de Lamé, celles de MM. Picard et Mittag-Leffler (²) sur les équations différentielles linéaires à coefficients doublement périodiques et celles de M. Fuchs (³) sur certaines équations différentielles linéaires peuvent, à un certain point de vue, se généraliser de la façon suivante.

» Soit $F(x, y) = 0$ une équation algébrique représentant une courbe d'ordre m et de genre p et contenant un terme en y^m, et soit

$$\frac{d^n z}{dx^n} + \varphi_1(x,y)\frac{d^{n-1} z}{dx^{n-1}} + \ldots + \varphi_n(x,y)z = 0 \tag{1}$$

une équation différentielle linéaire dans laquelle $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n$ sont des fonctions rationnelles de x et y, y étant la fonction algébrique de x définie par l'équation $F = 0$. Les coefficients φ_i possèdent deux sortes de points singuliers, à savoir : 1° les points (ξ_k, η_k) de la courbe $F = 0$, où certaines des fonctions φ_i deviennent infinies; 2° les points critiques de la fonction algébrique y de x, que nous supposerons distincts des points (ξ_k, η_k). Supposons que l'on ait constaté par la méthode de M. Fuchs que les points (ξ_k, η_k) et le point ∞ sont des pôles ou des points ordinaires de la fonction intégrale de l'équation (1). Soit $f(x, y)$ une fonction du point analytique (x, y) vérifiant l'équation différentielle (1); marquons dans le plan représentatif des x les points critiques de la fonction algébrique y de x, et voyons ce que devient cette fonction $f(x, y)$ quand le point analytique (x, y) décrit des cycles simples (BRIOT et BOUQUET, *Théorie des fonctions elliptiques*, p. 170). On démontre d'abord : 1° que, si le point (x, y) décrit à la suite les uns des autres différents cycles simples, la variation éprouvée par la fonction intégrale $f(x, y)$ est indépendante de l'ordre dans lequel ces cycles sont décrits; 2° que, si le point (x, y) décrit successivement les q lacets binaires d'un même système circulaire de q racines se permutant autour d'un point critique, la fonction $f(x, y)$ ne change pas.

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVI.
(²) *Ibid.*, t. XC.
(³) *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, année 1878.

» Si maintenant le point (x,y) décrit un cycle simple quelconque, la fonction $f(x,y)$ deviendra, après un premier tour du point sur le cycle, $f_1(x,y)$, après un deuxième tour $f_2(x,y),\ldots,$ après un $n^{\text{ième}}$ tour $f_n(x,y)$. Puisque ces $n+1$ fonctions $f, f_1, \ldots, f_n$ vérifient l'équation différentielle, elles sont liées par une relation de la forme

$$(2)\qquad \mathrm{C}f(x,y) + \mathrm{C}_1 f_1(x,y) + \ldots + \mathrm{C}_n f_n(x,y) = 0.$$

» On conclut de là, en employant la méthode dont s'est servi M. Picard dans les Notes citées, que l'on peut trouver des constantes $\mathrm{A}_0, \mathrm{A}_1, \ldots, \mathrm{A}_{n-1}$ telles que la fonction

$$\varphi(x,y) = \mathrm{A}_0 f(x,y) + \mathrm{A}_1 f_1(x,y) + \ldots + \mathrm{A}_{n-1} f_{n-1}(x,y)$$

se reproduise multipliée par un facteur constant quand le point (x,y) décrit le cycle considéré. On pourra ensuite prendre $\varphi(x,y)$ pour fonction intégrale et faire pour un deuxième cycle simple une transformation analogue à la précédente, et ainsi de suite pour tous les cycles simples, de façon à obtenir finalement une fonction intégrale $\psi(x,y)$ qui se reproduit multipliée par un facteur constant toutes les fois que le point (x,y) décrit un cycle simple. Les *facteurs* ou *multiplicateurs* qui répondent aux différents cycles simples peuvent ne pas être tous distincts; on obtiendra des relations entre eux en faisant décrire des circuits au point (x,y) et remarquant que la fonction intégrale $\psi(x,y)$ ne change pas, puisque le point ∞ est un pôle ou un point ordinaire pour cette fonction. Il résulte de tout ce qui précède que le nombre des multiplicateurs distincts de $\psi(x,y)$ est égal au nombre des périodes des intégrales abéliennes de première espèce relatives à la courbe $\mathrm{F}=0$, c'est-à-dire à $2p$.

» Soient $u^{(i)}(x,y)\,(i=1,2,\ldots,p)$ les p intégrales abéliennes normales de première espèce; considérons les cycles qui donnent les $2p$ périodes normales, à savoir, pour l'intégrale $u^{(i)}$, les périodes

$$\begin{array}{llllll} \omega_1^{(i)} = 0, & \omega_3^{(i)} = 0, & \ldots, & \omega_{(i)}^{2i-1} = 2\pi\sqrt{-1}, & \ldots, & \omega_{2p-1}^{(i)} = 0, \\ \omega_2^{(i)} = 2\alpha_{i1}, & \omega_4^{(i)} = 2\alpha_{i2}, & \ldots, & \omega_{2i}^{(i} = 2\alpha_{ii}, & \ldots, & \omega_{2p}^{(i)} = 2\alpha_{ip}; \end{array}$$

à ces cycles répondront, pour la fonction intégrale $\psi(x,y)$, $2p$ multiplicateurs $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_{2p}$, le facteur μ_k correspondant au cycle qui donne $\omega_k^{(i)}$. Soit $\Theta(x_i)$ la fonction Θ de p variables formée avec les nombres α_{ik} (BRIOT, *Théorie des fonctions abéliennes*, p. 114), et considérons la fonction

$$\mathrm{T}(x,y) = \frac{\Theta[u^{(i)}(x,y) - g_i]}{\Theta[u^{(i)}(x,y)]}\, e^{\lambda_1 u^{(1)}(x,y) + \lambda_2 u^{(2)}(x,y) + \ldots + \lambda_p u^{(p)}(x,y)},$$

où λ_i et g_i sont des constantes. Si le point (x, y) décrit un cycle donnant pour les intégrales abéliennes une période à indice impair $2i - 1$, la fonction $T(x,y)$ se reproduit multipliée par $e^{2\lambda i\pi\sqrt{-1}}$, et nous déterminerons les p constantes λ_i de façon que cette exponentielle soit égale à

$$\frac{1}{\mu_{2i-1}} \quad (i = 1, 2 \ldots p).$$

Si le point (x, y) décrit un cycle donnant une période à indice pair $2i$, la fonction $T(x, y)$ se reproduit multipliée par l'expression

$$e^{2(\lambda_1\alpha_{1i}+\lambda_2\alpha_{2i}+\ldots+\lambda_p\alpha_{pi})+g_i},$$

et nous déterminerons les constantes g_i de façon que cette expression soit égale à $\frac{1}{\mu_{2i}}(i = 1, 2, \ldots, p)$. Alors la fonction $\psi(x, y)\,T(x, y)$ est une fonction uniforme du point analytique (x, y) n'admettant sur toute la sphère que des pôles et des points critiques algébriques; elle est donc une fonction rationnelle de x et y (Briot, *Théorie des fonctions abéliennes*, Note B), et, en appelant $R(x,y)$ cette fonction rationnelle, on a

$$\psi(x,y)T(x,y) = R(x, y),$$

ce qui donne l'expression analytique de la fonction intégrale $\psi(x,y)$ à l'aide de symboles connus. Cette fonction $\psi(x,y)$ peut se décomposer en éléments simples comme les fonctions doublement périodiques de seconde espèce : c'est ce que je me propose d'indiquer dans un Mémoire plus étendu que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. **J. Collet.**

« Les différentes méthodes connues pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre, isolées ou simultanées, se ramènent toutes finalement à l'intégration d'une équation de la forme

$$(1) \qquad dz - p_1 dx_1 - p_2 dx_2 - \ldots - p_n dx_n = 0,$$

les valeurs de $p_1, p_2, \ldots, p_n$ étant fournies par n équations distinctes

$$(2) \qquad f_1 = 0, \quad f_2 = 0, \quad \ldots, \quad f_n = 0,$$

qui sont telles que, au moyen des valeurs qu'on en tire pour $p_1, p_2, \ldots, p_n$, l'expression

$$(3) \qquad p_1 dx_1 + p_2 dx_2 + \ldots + p_n dx_n$$

soit une différentielle exacte quand on y considère z comme une fonction des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Pour qu'il en soit ainsi, les fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_n$ sont astreintes à satisfaire deux à deux à $\frac{n(n-1)}{2}$ conditions, nécessaires et suffisantes, de la forme

$$(4) \qquad (f_h, f_k) = \sum_{i=1}^{i=n} \left[\frac{\partial f_h}{\partial p_i} \left(\frac{\partial f_k}{\partial x_i} + p_i \frac{\partial f_k}{\partial z} \right) - \frac{\partial f_k}{\partial p_i} \left(\frac{\partial f_h}{\partial x_i} + p_i \frac{\partial f_h}{\partial z} \right) \right] = 0.$$

» Dans le cas où plusieurs équations proposées doivent être intégrées simultanément, ces relations, convenablement employées, servent à reconnaître s'il existe des solutions communes à ces équations (¹); puis alors, comme aussi dans le cas d'une seule équation, elles permettent, suivant diverses méthodes, de compléter le système (2) au moyen d'équations convenables.

» Lorsque la fonction z n'entre pas dans ces équations, elle n'entre pas non plus dans l'expression (3), et le premier membre de l'équation (1) est une différentielle exacte. M. J. Bertrand a montré, en rectifiant le procédé défectueux indiqué par Jacobi pour atteindre le même but, que, sans déterminer en rien la généralité du problème, tous les cas pouvaient se ramener au précédent par une transformation générale qui, en faisant disparaître la fonction, augmentait d'une unité le nombre des variables. Mais cette transformation n'est pas indispensable, et l'on peut intégrer en conservant la fonction, comme cela a lieu, en suivant les méthodes de Lagrange ou de Cauchy, et même, comme on le pourrait aussi, en suivant celle de Jacobi.

» Dans ce cas, le premier membre de l'équation (1) n'est plus une différentielle exacte, puisque la variable z entre dans les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_n$; mais l'équation (1) reste intégrable, et nous nous proposons de montrer qu'alors *il existe toujours un facteur d'intégration,* les conditions (4) étant supposées satisfaites.

» On sait que les conditions qui doivent être remplies pour que l'ex-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1126; *Annales de l'École Normale*, t. V, 2ᵉ série.

pression

$$X_0\,dx_0 + X_1\,dx_1 + \ldots + X_n\,dx_n,$$

où $X_0, X_1, \ldots, X_n$ sont des fonctions des $n+1$ variables $x_0, x_1, \ldots, x_n$, admette un facteur d'intégration, sont données par la formule

$$X_0\left(\frac{\partial X_h}{\partial x_k} - \frac{\partial X_k}{\partial x_h}\right) + X_h\left(\frac{\partial X_k}{\partial x_0} - \frac{\partial X_0}{\partial x_k}\right) + X_k\left(\frac{\partial X_0}{\partial x_h} - \frac{\partial X_h}{\partial x_0}\right) = 0,$$

où h et k sont deux quelconques des nombres $1, 2, \ldots, n$; leur nombre est $\frac{n(n-1)}{2}$, et j'ai démontré [1] que *ces conditions sont suffisantes* pour que le facteur existe.

» Si nous appliquons ce théorème à l'expression

$$dz - p_1\,dx_1 - p_2\,dx_2 - \ldots - p_n\,dx_n,$$

en posant, pour cela, $X_0 = 1$, $x_0 = z$, $X_k = -p_k$, $X_h = -p_h$, les conditions d'existence du facteur deviennent

$$\frac{\partial p_k}{\partial x_h} + p_h\frac{\partial p_k}{dz} = \frac{\partial p_h}{\partial x_k} + p_k\frac{\partial p_h}{dz}, \tag{5}$$

et elles expriment aussi, comme on le voit immédiatement, que l'expression $p_1\,dx_1 + \ldots + p_n\,dx_n$ est une différentielle exacte quand on suppose que, dans les coefficients $p_1, p_2, \ldots, p_n$, z soit considéré comme une fonction de $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» Par conséquent, d'après ce qu'on a vu, les conditions (5) et (4) sont équivalentes. Donc :

Si l'on tire les valeurs de $p_1, p_2, \ldots, p_n$ en fonction de $z, x_1, \ldots, x_n$ d'un système de n équations distinctes,

$$f_1 = 0, \quad f_2 = 0, \quad \ldots, \quad f_n = 0,$$

les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation

$$dz - p_1\,dx_1 - p_2\,dx_2 - \ldots - p_n\,dx_n = 0$$

admette un facteur d'intégration sont que les fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_n$ satisfassent, prises deux à deux, aux $\frac{n(n-1)}{2}$ conditions

$$(f_k, f_h) = 0.$$

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 799; *Annales de l'École Normale*, t. VII, p. 62.

» Quant à ce facteur, si on le représente par $\mu = e^u$, il sera connu en même temps que ce qui est une solution commune des n équations

$$(6) \qquad f_k = q_k + p_k q_0 + \frac{\partial p_k}{\partial z} = 0,$$

dans lesquelles $q_0, q_1, \ldots, q_n$ sont les dérivées partielles de u prises respectivement par rapport aux variables $z, x_1, x_2, \ldots, x_n$. On peut établir d'une façon extrêmement simple l'intégrabilité de ce système d'équations simultanées; car, si l'on calcule en effet l'expression désignée par le symbole (f_h, f_k), on trouve, pour sa valeur,

$$q_0\left(\frac{\partial p_k}{\partial x_h} + p_h\frac{\partial p_k}{\partial z} - \frac{\partial p_h}{\partial x_k} - p_k\frac{\partial p_h}{dz}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial p_k}{\partial x_h} + p_h\frac{\partial p_k}{\partial z} - \frac{\partial p_h}{\partial x_k} - p_k\frac{\partial p_h}{\partial z}\right),$$

résultat qui est identiquement nul, en vertu des relations (5), qui sont supposées satisfaites.

» *Exemple.* — Soit l'équation $f_1 = (p^2 + q^2)y - qz = 0$, dans laquelle p et q sont les dérivées partielles de z par rapport à x et à y. On cherche d'abord une fonction f_2 satisfaisant à l'équation

$$\begin{aligned}(f_1, f_2) = \frac{\partial f_1}{\partial p}\left(\frac{\partial f_2}{dx} + p\frac{\partial f_2}{\partial z}\right) - \frac{\partial f_2}{\partial p}\left(\frac{\partial f_1}{\partial x} + p\frac{\partial f_1}{\partial z}\right)\\ + \frac{\partial f_1}{\partial q}\left(\frac{\partial f_2}{\partial y} + q\frac{\partial f_2}{\partial z}\right) - \frac{\partial f_2}{\partial q}\left(\frac{\partial f_1}{\partial y} + q\frac{\partial f_1}{\partial z}\right) = 0,\end{aligned}$$

et l'on trouve $f_2 = p^2 + q^2 - a^2$, a^2 étant une constante arbitraire. Au moyen des valeurs de p et de q déduites des équations $f_1 = 0$ et $f_2 = 0$, l'équation $dz - pdx - qdy = 0$ devient

$$dz - \frac{a\sqrt{z^2 - a^2y^2}}{z}dx - \frac{a^2y}{z}dy = 0,$$

dont le premier membre n'est pas une différentielle exacte, mais le devient après sa multiplication par le facteur

$$\mu = \frac{z}{\sqrt{z^2 - a^2y^2}};$$

et l'on trouve alors, pour solution *complète* de l'équation proposée, b étant une nouvelle constante arbitraire,

$$z^2 = a^2y^2 + (ax + b)^2 \text{ ».}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires du second ordre.* Note de M. **Mittag-Leffler**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans une Lettre à M. Brioschi publiée dans les *Annali*, vous montrez que, si l'équation $y''+py'+qy=0$ possède les deux intégrales u et v, et si $uv=F(x)$, alors l'équation

$$z''-\left[(\omega-1)\frac{F'(x)}{F(x)}-p\right]z'+\left[\tfrac{1}{2}(\omega^2-\omega)\frac{F''(x)}{F(x)}+\tfrac{1}{2}(\omega^2-\omega)p\frac{F'(x)}{F(x)}+\omega^2 q\right]z=0,$$

dans laquelle ω est une constante arbitraire, possède les deux intégrales u^ω et v^ω. Si les deux fonctions p et q sont des fonctions doublement périodiques telles que le quotient $\frac{F'(x)}{F(x)}$ soit aussi une fonction doublement périodique, alors l'équation différentielle en z a des coefficients doublement périodiques et des intégrales qui ne sont pas en général uniformes.

» On peut beaucoup généraliser ces observations. Soient U et V deux intégrales linéairement indépendantes de l'équation différentielle

$$z''+Pz'+Qz=0.$$

Vous avez alors

$$P=-\frac{UV''-VU''}{UV'-VU'}=-\left(\frac{V'}{V}+\frac{U'}{U}\right)-\frac{D\frac{V'}{V}-D\frac{U'}{U}}{\frac{V'}{V}-\frac{U'}{U}},$$

$$Q=\frac{U'V''-V'U''}{UV'-VU'}=\frac{V'}{V}\frac{U'}{U}+\frac{\frac{U'}{U}D\frac{V'}{V}-\frac{V'}{V}D\frac{U'}{U}}{\frac{V'}{V}-\frac{U'}{U}}.$$

Soient, de même, u et v deux intégrales linéairement indépendantes de l'équation

$$y''+py'+qy=0,$$

et supposez

$$\frac{V'}{V}=\varphi\left(x,\frac{v'}{v}\right),\quad \frac{U'}{U}=\varphi\left(x,\frac{u'}{u}\right).$$

Vous obtenez directement

$$P = -\left[\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) + \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)\right] - \frac{D_x\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - D_x\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$

$$+ q\frac{D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)} + p\frac{\frac{v'}{v}D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \frac{u'}{u}D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$

$$+ \frac{\left(\frac{v'}{v}\right)^2 D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \left(\frac{u'}{u}\right)^2 D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)},$$

$$Q = \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right)\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right) + \frac{\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right) D_x\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) D_x\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$

$$- q\frac{\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right) D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$

$$- p\frac{\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right) \frac{v'}{v} D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) \frac{u'}{u} D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}$$

$$- \frac{\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)\left(\frac{v'}{v}\right)^2 D_{\frac{v'}{v}}\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right)\left(\frac{u'}{u}\right)^2 D_{\frac{u'}{u}}\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}{\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right) - \varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)}.$$

Les expressions de P et de Q sont des fonctions symétriques par rapport à $\frac{v'}{v}$ et $\frac{u'}{u}$. Si vous mettez alors, au lieu de $\varphi(x, \xi)$, une fonction rationnelle de ξ dont les coefficients soient des fonctions uniformes de x, vous obtenez P et Q comme des fonctions rationnelles de $\frac{v'}{v} + \frac{u'}{u}$ et de $\frac{v'}{v}\frac{u'}{u}$, ou de $\frac{F'(x)}{F(x)}$ et de $\frac{1}{2}\frac{F''(x)}{F(x)} + \frac{1}{2}p\frac{F'(x)}{F(x)} + q$, en mettant $uv = F(x)$. Les coefficients, dans ces expressions rationnelles, sont des fonctions uniformes de x.

» Soient maintenant, dans l'expression rationnelle $\varphi(x, \xi)$, les coefficients des diverses puissances de ξ des fonctions doublement périodiques de x. Soient, de même, les fonctions p et q de telles fonctions doublement

périodiques de x que le quotient $\frac{F'(x)}{F(x)}$ soit aussi une fonction doublement périodique. Alors, dans l'équation différentielle $z''+Pz'+Qz=0$, les coefficients P et Q sont aussi des fonctions doublement périodiques. Des deux expressions $\frac{V'}{V}=\varphi\left(x, \frac{v'}{v}\right)$, $\frac{U'}{U}=\varphi\left(x, \frac{u'}{u}\right)$ on conclut un système d'intégrales, et ces intégrales ne sont pas en général uniformes. En mettant $\varphi(x, \xi)=\omega\xi$, on retrouve immédiatement votre cas. »

PHYSIQUE. — *Réclamation de priorité, au sujet de la loi des températures d'ébullition correspondantes.* Extrait d'une Lettre de M. U. Dühring.

« Berlin, 5 décembre 1880.

» Dans la séance du 23 février dernier, M. Paul de Mondesir a présenté un Mémoire sur la comparaison entre les courbes des tensions des vapeurs saturées ([1]). Dans ce Mémoire, M. de Mondesir prend les températures auxquelles deux vapeurs saturées ont la même tension, ou, en d'autres termes, les températures d'ébullition de deux liquides à la même pression. Il en déduit la loi suivante, qu'il considère comme nouvelle :

» *Lorsqu'on prend des tensions telles que les températures correspondantes de l'une des vapeurs forment une progression arithmétique, celles de l'autre vapeur forment aussi une progression arithmétique.*

» Je crois devoir faire remarquer que cette loi n'est autre que celle des *températures d'ébullition correspondantes* que j'ai publiée, à peu près deux ans auparavant, dans l'Ouvrage de mon père ([2]) et que j'ai formulée (p. 73) dans les termes suivants : « A partir des températures d'ébullition de substances quelconques, prises comme points de départ, pour une pression quelconque, commune à toutes, jusqu'aux températures d'ébullition pour une autre pression commune quelconque, les distances des températures sont des multiples constants les unes des autres ». Donc, si l'on prend les températures d'ébullition d'une substance en progression arithmétique, puis les températures correspondantes d'une autre substance, il faut bien que les différences de la dernière progression soient des multiples constants des différences constantes de la première; par suite, qu'elles soient aussi

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 360 et suiv.

([2]) *Lois fondamentales de la Physique et de la Chimie rationnelles.* Leipzig, librairie de Fues; 1878.

constantes, c'est-à-dire que la seconde progression soit également une progression arithmétique.

» Or, c'est précisément ce que M. de Mondesir croit avoir découvert et ce qu'il donne comme déduit directement des courbes de Regnault. Ce qu'il nomme le *paramètre*, savoir le coefficient constant des différences des températures d'ébullition pour deux substances, c'est ce que j'ai introduit (p. 74 de l'Ouvrage cité) sous le nom de *facteur spécifique*, facteur que j'ai calculé pour tous les corps étudiés par Regnault; je me suis également appuyé en général, pour la vérification de la loi, sur les observations étendues de Regnault. J'ai pris d'abord (p. 76 de l'Ouvrage) les températures d'ébullition correspondantes de l'eau et du mercure; j'ai comparé (p. 79 et suiv.), pour la démonstration ultérieure de la loi, les températures d'ébullition calculées d'après la loi et celles qui ont été observées pour plusieurs liquides, tels que l'eau, l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, l'éther iodhydrique.

» Ce n'est pas seulement mon droit de priorité que je désire ici revendiquer : je tiens à signaler aussi cette circonstance significative, que j'ai donné, dans l'Ouvrage mentionné, toute une théorie de la loi, avec des conséquences et des applications pratiques; je suis arrivé enfin à des relations quantitatives remarquables, entre la loi et la composition chimique des molécules.

» Les observations de Regnault ont été à la disposition de tout le monde, pendant quelques dizaines d'années, sans que personne avant moi ait trouvé une loi, soit exacte, soit approchée. Il y a soixante-dix ans environ, Dalton considérait comme égales les différences des températures d'ébullition pour tous les corps, ce qui ne se trouve juste qu'accidentellement, pour un petit nombre de corps, et constitue donc un cas spécial de ma loi générale. Depuis Dalton, rien ne s'est fait, quoiqu'on eût comme éléments les matériaux accumulés par Regnault de 1847 à 1862.

» Maintenant que j'ai publié la loi, en mai 1878, dans un Ouvrage que le commerce a répandu en Allemagne et à l'étranger; que, en outre, la loi a été formulée dans plusieurs Notes adressées aux Académies et aux savants de l'Europe, j'ai lieu de m'étonner qu'elle puisse encore être présentée, par d'autres savants, comme leur appartenant en propre. »

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie* (1). Deuxième Note de M. E. **Mercadier**.

« Je suis parvenu, par une méthode simple, à démontrer que les effets radiophoniques peuvent être produits par des sources dont l'éclat *lumineux* intrinsèque est beaucoup plus faible que celui d'une lampe à gaz, ordinaire, et même par des radiations *invisibles* uniquement *calorifiques*.

» A cet effet, j'ai reconnu d'abord qu'on pouvait entendre les sons radiophoniques provenant des lampes oxyhydriques et des lampes à gaz sans avoir besoin de lentilles de concentration; il suffit de les approcher le plus près possible de la roue interruptrice en verre, en limitant le faisceau émis à l'aide d'un diaphragme d'ouverture convenable placé très près de la roue.

» J'ai pris alors un disque de cuivre de $0^m,002$ d'épaisseur et d'environ $0^m,040$ de diamètre, fixé à quelques centimètres de distance du diaphragme, et je l'ai chauffé sur la face opposée à la roue à l'aide d'un chalumeau oxyhydrique, en ménageant graduellement l'accès de l'oxygène. On obtient ainsi une source de radiations d'abord invisibles, mais dont la température peut être peu à peu portée au rouge sombre et au rouge clair. Or, dans ce dernier état, on entend très nettement les sons produits par cette source si peu lumineuse, et, si l'on éteint le chalumeau, on entend des sons d'intensité décroissante, il est vrai, mais on les entend encore quand le disque est invisible dans l'obscurité. Ce dernier effet peut être produit d'une manière continue, en modérant assez la flamme du chalumeau pour que le disque conserve une température un peu inférieure à celle du rouge naissant. On peut faire sans difficulté cette observation avec des récepteurs en verre ou en mica, minces et enfumés, et l'on a ainsi un véritable *thermophone*. »

OPTIQUE. — *Sur des méthodes nouvelles et économiques de produire des signaux lumineux intermittents*. Note de M. E. **Mercadier**.

« La question des signaux lumineux intermittents présente beaucoup d'importance dans plusieurs cas, par exemple, celui de la télégraphie optique; celui des signaux à faire dans la marine pour des manœuvres ou pour éviter des collisions; celui des phares à éclipses faites suivant des

(1) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 931.

procédés analogues à ceux de la télégraphie électrique Morse, ainsi que l'a proposé et fait réaliser M. W. Thomson.

» Actuellement, quand on emploie une source lumineuse pour faire les signaux, on produit les intermittences à l'aide d'un diaphragme mobile devant la lumière émise *d'une manière continue*. La source est ainsi inutilisée pendant les éclipses. Il est facile de calculer qu'en télégraphie optique ordinaire cette perte de lumière est d'environ 65 pour 100; et si l'on adoptait pour les phares un système consistant à envoyer deux fois par minute un signal représentant, en alphabet Morse, la première ou les deux premières lettres du nom du phare (ce qui suffirait évidemment pour le caractériser nettement), on inutiliserait ainsi environ 90 pour 100 de la lumière continue.

» On peut éviter ces pertes considérables de lumière par des moyens consistant à n'utiliser la source lumineuse que lorsqu'on en a besoin, à la produire quand on a à émettre un faisceau lumineux, et à l'éteindre quand il doit y avoir éclipse, sinon complètement, du moins assez pour que le contraste entre les rayons émis et éclipsés soit frappant. En d'autres termes, il faut tâcher de réaliser pour la lumière ce qui se fait avec tant de facilité pour l'électricité en télégraphie, où l'on ne fait passer le courant que lorsqu'on veut produire *effectivement* des signaux, tandis qu'on le rompt dans les intervalles entre les signaux consécutifs.

» On voit immédiatement que, pour satisfaire à cette condition, il faut que la source lumineuse employée puisse être rapidement produite avec son éclat maximum, et aussi rapidement éteinte; ou bien qu'on puisse au moins faire varier rapidement son intensité d'une quantité considérable, ce qui pratiquement reviendrait à peu près au même fonctionnement, à l'aide de moyens mécaniques divers; et même les solutions du problème peuvent être rangées sous deux catégories générales :

» 1° Celles dans lesquelles on agit pour produire l'intermittence, sur l'agent même de la combustion d'où résulte la source lumineuse;

» 2° Celles où l'on agit sur l'agent combustible.

» J'en indiquerai aujourd'hui une seule de la première catégorie, relative à une source lumineuse intense et déjà connue, qu'on obtient par la combustion du pétrole à l'aide de l'oxygène.

» On opère cette combustion facilement dans une lampe extrêmement simple, que M. Duboscq a construite il y a déjà longtemps. C'est une lampe à mèche ronde; au centre et dans l'axe vertical s'élève un tube dont la partie supérieure, d'un très petit diamètre, vient déboucher un peu au-

dessous du plan horizontal contenant l'extrémité de la mèche, qui ne dépasse guère elle-même le cylindre qui la contient.

» Le tube central aboutit à un réservoir d'oxygène. En allumant la lampe et en faisant arriver ainsi au centre de la flamme un jet d'oxygène convenablement réglé, on produit une flamme qui a la forme d'une sorte d'ovoïde allongé d'assez petites dimensions, qui est très blanche, et dont l'intensité se rapproche de la lumière oxyhydrique.

» Cette lampe présente cette propriété remarquable que, malgré la température élevée de la combustion, elle s'échauffe peu, consomme très peu de pétrole, et ne charbonne presque pas, si bien qu'elle fonctionne pendant plusieurs journées sans qu'on ait besoin de toucher à la mèche et de renouveler le liquide.

» Cela tient à ce que la mèche ne dépasse pas le cylindre qui la contient; que la flamme intense est produite par la combustion de la vapeur du pétrole et au centre du bec, de telle sorte qu'elle est séparée de lui par une couche gazeuse mauvaise conductrice. Il en résulte que, même après plusieurs heures de fonctionnement continu, il n'y a de chaud dans la lampe que la partie supérieure du bec.

» De plus, la lampe présente, au point de vue spécial qui nous occupe, une propriété particulièrement favorable. Lorsqu'on l'allume sans oxygène, elle donne une flamme fuligineuse qui n'éclaire pas; mais, quand on fait arriver le gaz, elle prend une intensité rapidement croissante et elle atteint son maximum dans un temps très court : si bien que, si l'on met la flamme intense au foyer d'une lentille, de façon à produire un faisceau lumineux parallèle sur un écran éloigné, ce faisceau est très éclairant, tandis qu'il est à peu près obscur avec la flamme non alimentée de gaz.

» Il en résulte la possibilité de faire varier rapidement son intensité d'une quantité considérable et, par suite, de l'utiliser économiquement pour faire des signaux lumineux intermittents.

» Il suffit en effet, pour arriver à ce résultat, de faire dégager l'oxygène brusquement au centre de la flamme et de le supprimer brusquement. On peut y arriver de plusieurs manières. Celle à laquelle je me suis arrêté est la suivante. L'oxygène enfermé dans un réservoir sous une pression convenable, qui dans mes appareils ne dépasse pas 4^{mm} de mercure, arrive d'abord à un manipulateur dont la forme est celle d'une clef d'appareil Morse, à travers un tube en caoutchouc qui, à l'état de repos de la clef, est pressé dans une sorte de guillotine; puis le tube se continue jusqu'à la lampe. Lorsqu'on abaisse la clef, la pression sur le tube cesse, et l'oxygène

se rend dans la flamme; quand la clef se relève, le jet d'oxygène cesse; de telle sorte qu'on *manipule*, en quelque sorte, l'oxygène, à l'aide d'une manœuvre aussi simple que celle qui constitue la manipulation d'un courant électrique dans le système de Morse.

» La rapidité de cette manipulation est plus que suffisante pour les besoins de la télégraphie optique, eu égard à la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, qui exige une certaine lenteur dans la production des signaux afin d'éviter leur confusion.

» Ce système a été adapté à des appareils de télégraphie optique, et il a donné de bons résultats.

» J'indiquerai dans une autre Communication comment on peut résoudre le même problème avec la lumière électrique. »

PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'absorption de l'ozone.* Note de M. **J. Chappuis.**

« Dans une Note en date du 20 septembre 1880, nous annoncions, M. P. Hautefeuille et moi, que l'ozone possède, lorsqu'on l'examine sous une épaisseur suffisante, une très remarquable coloration bleu de ciel. Cette propriété nous permettait de penser que ce corps devait donner lieu à un spectre d'absorption et que l'on pourrait, en en dressant une carte, concourir utilement à l'étude du pouvoir d'absorption élective de notre atmosphère, problème formulé par M. Janssen, dans une Note à l'Académie des Sciences [1] dans laquelle il s'exprime ainsi :

« Je suis loin d'attribuer à la vapeur d'eau l'universalité des raies telluriques du spectre solaire : j'ai toujours pensé au contraire que tous les gaz de notre atmosphère doivent avoir leur part dans ce phénomène, part qui, pour certains d'entre eux, sera peut-être fort difficile à faire, mais qui doit exister en principe. »

» M. Hautefeuille a bien voulu me laisser le soin de ces recherches, et ce sont quelques-uns des résultats qu'elles m'ont déjà donnés que je vais résumer rapidement.

» Le spectre d'absorption de l'oxygène ozonisé par l'effluve électrique observé à l'aide d'un spectroscope à un ou deux prismes présente onze bandes obscures bien nettes dans la partie ordinairement visible du spectre.

» J'ai dressé une carte de ces bandes et je l'ai comparée aux cartes des bandes telluriques.

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 728.

» J'ai constaté la correspondance d'une bande dans l'orangé avec la raie α signalée par Angström et dont il faut, d'après lui, attribuer l'origine à d'autres substances que la vapeur d'eau.

» Sur la carte des raies atmosphériques d'Angström est figurée, entre la raie D et la raie α, une bande qui s'étend de 606 à 613 et dont une partie coïncide avec la bande la plus large due à l'ozone.

» Enfin, Angström signale dans le jaune, vers la raie D, une bande d'absorption, toujours visible dans le spectre du ciel pur, qui s'étend de 5681 à 5812 à peu près et qu'il désigne, d'après Brewster, par la lettre δ; or, dans cette même région, se trouve une bande due à l'ozone et qui possède une partie commune avec cette bande δ.

» Je poursuis en ce moment ce travail, et je n'ai voulu aujourd'hui que prendre date, pour me permettre de faire avec tout le soin désirable la comparaison directe du spectre solaire avec le spectre d'absorption de l'ozone.

» La stabilité relative de l'ozone à basse pression et à basse température, la production presque incessante de ce corps par les décharges électriques, en font un élément important des hautes régions atmosphériques; sa couleur bleue joue donc certainement un rôle dans la coloration du ciel.

» La comparaison des spectres permettra d'apprécier la proportion d'ozone contenue dans les couches d'air traversées par les rayons lumineux, et par suite de reconnaître si ce gaz suffit à lui seul pour expliquer le bleu du ciel, ou s'il n'a qu'une part dans la production de ce phénomène. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur les chlorures métalliques.* Note de M. A. DITTE.

« Quand on examine la manière dont les chlorures métalliques se comportent au contact de l'acide chlorhydrique dissous, on constate que tous viennent se ranger dans deux catégories très nettes : les uns se dissolvent d'autant mieux que la liqueur acide est plus concentrée; la solubilité des autres diminue au contraire dans les mêmes circonstances.

» PREMIER CAS : 1° *Chlorure de mercure* HgCl. — Lorsque, à une température donnée, on sature de ce sel des solutions aqueuses d'acide chlorhydrique, il se dissout en bien plus grande quantité que dans l'eau pure, et le poids de chlorure augmente très rapidement avec celui d'acide que renferme la liqueur. Si l'on cherche à construire la courbe de solubilité,

à 16° par exemple, en prenant le poids d'acide dissous dans 100gr d'eau comme abscisses, et pour ordonnées ceux de chlorure tenu en solution par 100gr de liqueur acide, on voit que cette courbe, très régulière, se rapproche sensiblement de la droite $y = 6,826x + 11,604$, tant que le liquide ne renferme pas plus de 23 d'acide pour 100 d'eau environ. A partir de là, les poids de chlorure dissous augmentent encore, à mesure que la concentration de l'acide employé devient plus grande, mais ils croissent moins vite que les ordonnées de la droite.

» Or, si, après avoir saturé à froid de bichlorure de mercure une liqueur renfermant moins de 23 d'acide pour 100 d'eau, on la chauffe légèrement, elle dissout une plus forte proportion de chlorure qui, par le refroidissement, se dépose en cristaux très nets, octaèdres modifiés ou aiguilles, selon le degré de concentration du liquide employé. Si, au contraire, on fait passer dans la liqueur un courant d'acide chlorhydrique, de manière à l'en saturer en présence de bichlorure de mercure en excès, celle-ci s'échauffe un peu, et la dissolution refroidie laisse déposer au bout de quelques heures de beaux cristaux prismatiques, transparents et incolores, qui peuvent atteindre jusqu'à $0^{m},03$ de longueur. Ces cristaux, extraits de la liqueur mère, s'altèrent rapidement, ils perdent de l'acide chlorhydrique et deviennent blancs et opaques; soumis à l'action de la chaleur ils fondent, laissent très rapidement dégager de l'acide chlorhydrique et donnent un résidu de bichlorure pur; on peut les sécher sur de la porcelaine dans une atmosphère chargée d'acide chlorhydrique, et leur analyse conduit à leur assigner la formule $HgCl, HCl$, analogue à celle du composé que forme l'iodure de mercure avec l'hydracide correspondant.

» On peut obtenir ce composé en versant tout simplement une dissolution concentrée d'acide chlorhydrique sur du chlorure de mercure pulvérisé. Celui-ci se prend immédiatement en une masse compacte, et la température s'élève de 12° à 15°; la dissolution saturée d'acide chlorhydrique et abandonnée à un refroidissement lent donne de belles aiguilles de la combinaison $HgCl HCl$.

» L'existence de ce sel acide une fois établie, on se rend facilement compte de ce qui se passe lorsqu'on met un excès de chlorure en contact avec une solution chlorhydrique : le sel se dissout simplement tant que la quantité d'acide renfermée dans la liqueur est inférieure à celle qui correspond à la dissociation du chlorhydrate de chlorure dans les conditions de l'expérience, car celui-ci ne peut se former; les nombres obtenus représentent alors la solubilité du sel dans des liqueurs plus ou moins chargées

d'acide à la même température. Quand la concentration du liquide devient telle que le composé HgClHCl puisse se produire, une partie de l'acide dissous se combine au chlorure de mercure, de telle façon que la quantité d'acide libre reste constante, et, à partir de ce moment, tout l'acide chlorhydrique que l'on ajoute se combine à du chlorure pour former le chlorhydrate HgClHCl, qui se dissout, jusqu'à ce que la liqueur en soit saturée. Or la courbe de solubilité montre que le poids de chlorure qui se dissout quand on augmente de *n* grammes la quantité d'acide que la liqueur renferme est supérieur à celui qui se combine avec ces *n* grammes d'acide pour donner les cristaux; on comprend donc que, à partir du moment où le sel acide peut prendre naissance, l'accroissement des ordonnées pour une même augmentation d'abscisse doit être plus faible qu'auparavant.

» La même chose a lieu à toute température, et, comme la quantité d'acide libre nécessaire pour empêcher la décomposition du sel acide est d'autant plus petite que la liqueur est plus froide, on observera la diminution de l'accroissement des ordonnées dans une dissolution acide d'autant plus étendue que sa température sera moins élevée.

» A côté du chlorure de mercure viennent se placer d'autres chlorures, comme lui très solubles dans l'acide chlorhydrique concentré et susceptibles de former avec cet acide des composés cristallisés décomposables par l'eau : tels sont les chlorures d'or, de platine, de bismuth, d'antimoine, qui donnent les combinaisons Au^2Cl^3, HCl; $PtCl^2$, HCl; Bi^2Cl^3, 3HCl; Sb^2Cl^3, 3HCl.

» 2° *Chlorure d'argent.* — Ce chlorure, insoluble dans l'eau, se dissout au contraire dans les liqueurs chargées d'acide chlorhydrique et en quantité qui croît très régulièrement avec la concentration de la liqueur; la solubilité, dans une liqueur donnée, augmente du reste avec la température, et par refroidissement on obtient des cristaux du chlorure considéré; les dissolutions acides précipitent, quand on les étend d'eau. A côté du chlorure d'argent viennent se placer le sous-chlorure de cuivre Cu^2Cl et le calomel; ce dernier se dissout à peine, même dans l'acide chlorhydrique très concentré.

» On voit donc, en résumé, que les chlorures dont l'acide chlorhydrique augmente la solubilité se divisent en deux groupes : les uns, excessivement solubles dans l'acide concentré, forment avec cet acide des combinaisons cristallisées; les autres, toujours très peu solubles, même à chaud, ne donnent, par refroidissement, que le chlorure anhydre considéré. L'étude des chlorures que l'acide chlorhydrique précipite de leurs dissolutions

aqueuses nous conduira à des remarques du même genre; elles feront l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide fluorhydrique sur le bichromate d'ammoniaque*. Note de M. L. VARENNE, présentée par M. Peligot.

« On sait qu'en traitant par l'acide chlorhydrique le bichromate d'ammoniaque, on obtient un composé analogue à celui que découvrit M. Peligot en faisant agir ce même acide sur le bichromate de potasse. J'ai préparé le composé correspondant dans la série du fluor.

» Quand on verse sur du bichromate d'ammoniaque, finement pulvérisé ou en solution chaude et concentrée, de l'acide fluorhydrique en excès, on voit la liqueur se foncer rapidement, tout en restant parfaitement limpide. On évapore ensuite très doucement, pour chasser aussi complètement que possible l'excès d'acide, et la liqueur, abandonnée au refroidissement, laisse déposer au bout de quelques instants une infinité de petits cristaux brillants, enchevêtrés, d'une belle couleur rouge, plus claire que celle du bichromate de potasse. Ces cristaux égouttés sont repris par la quantité d'eau chaude exactement nécessaire pour les dissoudre : cette solution fournit par le refroidissement des cristaux très nets de la substance. L'analyse leur assigne une composition répondant à la formule

$$AzH^4Fl, 2CrO^3 \quad \text{ou} \quad AzH^4O, CrO^3, CrO^2Fl.$$

» Ces cristaux doivent être soumis, en même temps qu'une série d'autres substances analogues que j'étudie en ce moment, à des déterminations cristallographiques dont les résultats seront réunis dans une prochaine Communication.

» Ils peuvent rester assez longtemps exposés à l'air sans subir d'altération; cependant peu à peu leur aspect se modifie, ils brunissent légèrement; ils attaquent le verre et doivent être conservés dans des récipients en platine ou en verre soigneusement paraffinés.

» Soumis dans un tube à l'action de la chaleur, ils se décomposent avec énergie, en laissant pour résidu une poudre vert sale, en même temps qu'il se dégage un gaz attaquant le verre. L'acide sulfurique les décompose immédiatement; il se dégage de l'acide fluorhydrique, et l'acide chromique devient libre.

» Il s'est présenté dans la préparation de ce sel une circonstance parti-

culière. Pendant l'ébullition du mélange d'acide fluorhydrique et de bichromate, il s'est produit subitement un dégagement de gaz en bulles extrêmement ténues, et les bords du vase en platine dans lequel se faisait l'opération ont été nettement attaqués, ainsi que la spatule de même métal qui servait à l'agitation. On percevait en même temps une odeur particulière, ne ressemblant pas à celle du chlore, et qui paraît caractéristique. Du fluor aurait-il été mis en liberté dans ces conditions, de même que dans l'action de l'acide chlorhydrique sur les mêmes chromates il se dégage parfois du chlore? C'est ce que pourront peut-être décider des expériences que j'effectue actuellement, en même temps que je poursuis l'étude des réactions fournies par les hydracides sur les chromates. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés chlorés de la strychnine.* Note de MM. Ch. Richet et G. Bouchardat, présentée par M. Berthelot.

« On connaît la strychnine monochlorée, préparée par Laurent en 1848, et un dérivé plus chloré signalé par Pelletier; mais les propriétés de ces dérivés n'ont pas été étudiées depuis.

» Nous avons fait passer dans une solution concentrée et tiède de chlorhydrate de strychnine une quantité pesée de chlore, soit 2Cl pour 1^{mol} de strychnine : la solution prend une couleur rouge intense. En ajoutant de l'ammoniaque on précipite un mélange de strychnine, de strychnine monochlorée et de produits plus chlorés. Le précipité est repris par de l'alcool concentré, qui laisse indissoute presque toute la strychnine, surtout en laissant en contact quelques jours. On sature alors exactement la solution privée de strychnine par l'acide chlorhydrique, qui ne se combine qu'avec la strychnine monochlorée; on évapore et on reprend par l'eau, qui ne dissout pas les corps plus chlorés. Le chlorhydrate de strychnine monochlorée est très soluble dans l'eau chaude; sa solution, surtout quand elle renferme des traces de corps plus chlorés, dépose d'abord par évaporation spontanée des cristaux, puis il se sépare une masse huileuse qui n'est que du chlorhydrate en surfusion et qui se redissout en entier dans l'eau. Pour avoir la base pure il est nécessaire de transformer le chlorhydrate en sulfate, l'acide sulfurique ne dissolvant pas de strychnine perchlorée et le sulfate peu soluble cristallisant facilement.

» La strychnine monochlorée est très soluble dans le chloroforme, l'éther et l'alcool concentré; pour l'avoir cristallisée, il est nécessaire

d'employer de l'alcool à 50° environ. Sa composition répond à la formule $C^{42}H^{21}ClAz^2O^4$. Elle se combine aux acides, mais ses propriétés basiques sont peu marquées : ainsi le chlorhydrate neutre, repris par l'eau, ne se dissout pas en entier, à moins qu'on n'ajoute un léger excès d'acide. Le chlorhydrate se combine au chlorure de platine en donnant un précipité insoluble, presque blanc, que nous avons analysé.

» La strychnine monochlorée, dissoute dans l'alcool, dévie fortement à gauche le plan de polarisation $[\alpha]_D = -104°,6$; en dissolution dans l'eau acidulée, son pouvoir rotatoire diminue, tout en conservant le même signe; dans l'acide sulfurique dilué, son pouvoir rotatoire n'est plus que

$$[\alpha]_D = -38°,75.$$

» Ces variations dans le pouvoir rotatoire sont de même nature que celles observées jadis par A. Bouchardat sur la strychnine. Les réactions suivantes la distinguent nettement. Traitée par l'acide sulfurique et le bichromate de potasse, elle produit une magnifique coloration rouge pourpre, différente de la coloration gris violacé que donne la strychnine. L'acide sulfurique mêlé à l'acide nitrique la colore en cerise intense, tandis que la strychnine ne donne rien.

» Soumise pendant une heure à l'action de potasse alcoolique bouillante, elle se transforme en un sel potassique cristallisant facilement et décomposable par l'acide carbonique. Il n'y a pas dans cette action formation de chlorure de potassium; la strychnine monochlorée fixe seulement 3^{mol} d'eau pour donner un dérivé chloré analogue à la trihydrostrychnine, préparée par MM. Étard et Gal en faisant agir à haute température la baryte hydratée sur la strychnine. Nous avons pu, d'ailleurs, reproduire facilement la trihydrostrychnine en faisant agir pendant deux heures la potasse alcoolique bouillante sur la strychnine. La trihydrostrychnine chlorée, traitée par l'acide nitrosulfurique, se colore en violet, tandis que la trihydrostrychnine se colore en rouge garance et la dihydrostrychnine en rouge pourpre au début. Ces différents composés, tout en formant de véritables combinaisons cristallisables avec les alcalis, possèdent toutes les propriétés des alcaloïdes, se rapprochant en cela de certains amides.

» La monochlorostrychnine est un poison presque aussi toxique que la strychnine et lui ressemble beaucoup. A la dose de $0^{gr},0015$, elle a provoqué des convulsions violentes et mortelles chez un chien de 9^{kg}. Les phénomènes indiqués par l'un de nous sur les effets de la strychnine à haute

dose sont au moins aussi marqués avec la monochlorostrychnine. Avec la respiration artificielle nous avons pu faire vivre vingt heures un chien qui avait absorbé $0^{gr},5$ du chlorhydrate.

» En faisant passer à refus du chlore dans du chlorhydrate de strychnine refroidi, la liqueur se décolore et il se forme un dépôt blanc signalé par Pelletier, que nous avons reconnu être un mélange de strychnine di et trichlorée ne formant plus de sels définis avec les acides. Pour avoir la strychnine trichlorée, on lave le précipité avec de l'eau acide, qui enlève toute la strychnine bichlorée. Le résidu, lavé à l'eau tiède, est dissous dans l'alcool, d'où la strychnine trichlorée se sépare à la longue et difficilement, sous forme de cristaux microscopiques se colorant à l'air et possédant la composition $C^{42}H^{19}Cl^{3}Az^{2}O^{4}$.

» La strychnine trichlorée est insoluble à l'eau, soluble dans l'éther et le chloroforme, peu soluble dans l'alcool froid, ne se combine pas aux acides, quoique se dissolvant très peu dans l'eau acidulée. Elle ne donne pas de coloration spéciale par l'acide sulfurique et le bichromate de potasse, se colore en pourpre par l'acide nitrosulfurique. Par l'action de la potasse alcoolique bouillante, elle fournit aussi un corps se combinant aux alcalis forts en donnant des sels décomposés par l'acide carbonique, sans qu'il y ait formation de chlorure alcalin : c'est l'hydrostrychnine trichlorée, insoluble dans l'eau pure, soluble dans les acides et les alcalis, même l'ammoniaque, et possédant les réactions générales des alcaloïdes.

» Ces deux corps, la strychnine perchlorée et l'hydrostrychnine perchlorée, n'ont presque aucune action physiologique à la dose de $0^{gr},5$ à 1^{gr} : c'est là une différence essentielle avec la strychnine monochlorée.

» Les eaux de lavage acides de la strychnine perchlorée, traitées par un excès d'eau qui précipite encore un peu de ce corps, ont été ensuite saturées par l'ammoniaque, et nous avons ainsi recueilli un composé qui, convenablement purifié par des traitements semblables, possède la composition $C^{42}H^{2}Cl^{20}Az^{2}O^{4}$. Ce corps, quoique soluble assez facilement dans les eaux acidulées, ne forme pas de sels définis en présence de l'eau. Il cristallise en fines aiguilles dans l'alcool. Ses propriétés chimiques et physiologiques se confondent presque avec celles de la strychnine trichlorée, dont il se rapproche bien plus que de la monochlorostrychnine. Traité par la potasse alcoolique, il donne de même une hydrochlorostrychnine.

» Nous avons ainsi pu isoler à l'état de pureté trois composés chlorés distincts qui conservent à différents degrés les propriétés chimiques de la strychnine, en particulier celle de fixer les éléments de l'eau sous l'action

des alcalis, en donnant de nouveaux corps se rapprochant par leurs propriétés de la classe des amides, tout en conservant les propriétés générales des alcaloïdes qui leur donnent naissance. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la cause de l'altération spontanée des sucres bruts de canne.* Note de M. U. GAYON, présentée par M. Pasteur.

« On observe, en général, dans les sucres bruts de canne abandonnés à eux-mêmes, la transformation d'une partie de leur sucre cristallisable en sucre réducteur. J'ai fait voir (*Comptes rendus,* séance du 26 mars 1877) que cette altération, favorisée par la chaleur et par l'humidité, paraît due à une fermentation.

» Depuis lors j'ai publié diverses observations (*Comptes rendus,* séance du 9 septembre 1878; *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* 2e série, t. II, p. 26 et 30, et t. III, p. 25) qui établissent que le sucre réducteur dont il s'agit, inactif sur la lumière polarisée, est décomposable en glucose proprement dit et en lévulose. J'ai prouvé, en outre, que la formation du sucre interverti est toujours précédée de celle de glucose inactif. M. Horsin Déan a confirmé et justifié ce dernier résultat.

» De nouvelles recherches me semblent démontrer que l'altération spontanée des sucres bruts de canne est bien une véritable fermentation. En voici les principales preuves :

» 1° Tous les sucres de canne que j'ai examinés au microscope ont présenté des organismes de la nature des levûres alcooliques, des torulas ou des moisissures; les sucres colorés et riches en eau, glucose et matières azotées en renferment plus que les sucres blancs et secs.

» 2° La chaleur et l'humidité augmentent le nombre et la jeunesse des cellules végétales, en même temps qu'elles favorisent la production du sucre réducteur.

» 3° Les sucres très riches en glucose contiennent du ferment inversif, précipitable par l'alcool et jouissant des mêmes propriétés que le ferment inversif de la levûre de bière.

» 4° Les agents antifermentescibles, neutres, empêchent la transformation du sucre et le développement des organismes microscopiques.

» Ce dernier fait étant une confirmation précieuse des premiers, je rapporterai une de mes expériences.

» Le 11 décembre 1879, je mets à la température constante de 40° des flacons scellés contenant :

N° 1. 100^{gr} sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^{cc} eau distillée.

N° 2. 100^{gr} sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^{cc} solution concentrée de salicylate de soude.

N° 3. 100^{gr} sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^{cc} solution concentrée d'acétate de soude.

N° 4. 100^{gr} sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^{cc} solution concentrée d'acétate de potasse.

N° 5. 100^{gr} sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^{cc} solution concentrée de chloral hydraté.

N° 6. 100^{gr} sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^{cc} solution concentrée de borax.

N° 7. 100^{gr} sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^{cc} solution concentrée de bisulfite de chaux.

N° 8. 100^{gr} sucre brut de canne à 2,89 pour 100 de glucose + 5^{cc} solution concentrée d'acide sulfureux.

» Ces divers agents sont connus pour leurs propriétés antiseptiques ou antifermentescibles.

» Les 17 et 18 janvier 1880, c'est-à-dire après plus d'un mois de séjour à l'étuve, les sucres sont analysés, et j'obtiens :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 6.	N° 7.	N° 8.
Sucre cristallisable..	85,14	90,24	89,14	89,04	89,14	87,66	81,77	76,51
Glucose..........	6,98	3,09	3,49	3,59	4,25	6,55	10,53	16,06

» L'acide sulfureux et le bisulfite de chaux ont produit une quantité notable de glucose, soit par leur acidité propre, soit par la formation d'un peu d'acide sulfurique.

» Le borax n'a pas manifesté son action antifermentescible, mais il a donné un résultat curieux à un autre point de vue : il a diminué l'action du sucre sur la lumière polarisée, tandis qu'il excite d'ordinaire celle de la mannite.

» Les acétates de soude et de potasse, le chloral hydraté, qui n'agissent que sur les ferments organisés, ont empêché le développement de ces derniers, sans arrêter l'action du ferment soluble préexistant.

» Le salicylate de soude, qui, au contraire, paralyse à la fois la vie des ferments organisés et l'action des ferments solubles, a maintenu le sucre dans son état primitif.

» Cet ensemble de faits prouve donc que les organismes contenus dans le sucre brut de canne, en se multipliant, produisent du ferment inversif. Ce

dernier transforme alors le sucre cristallisable en sucre réducteur. Jusqu'à 10 ou 12 pour 100, le sucre réducteur est inactif; mais au delà de 12 pour 100, ce qui arrive rarement, il a un pouvoir rotatoire gauche, dont l'intensité augmente avec le degré d'altération du sucre brut.

» On remarquera que ces résultats peuvent conduire à des conséquences pratiques de la plus grande importance, soit dans la fabrication, soit dans le transport ou la conservation des sucres bruts de canne. On emploie, il est vrai, l'acide sulfureux ou le bisulfite de chaux pour empêcher l'altération du jus de la canne à sucre; mais il semble que ces agents seraient plus avantageusement remplacés par le salicylate de soude ou les acétates de potasse ou de soude. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les variations de la sensibilité lumineuse, suivant l'étendue des parties rétiniennes excitées.* Note de M. Aug. Charpentier, présentée par M. Vulpian.

« Dans les expériences que j'ai eu l'honneur de présenter à diverses reprises à l'Académie des Sciences touchant la sensibilité lumineuse élémentaire de l'appareil visuel [1], je ne m'étais pas préoccupé de faire varier la surface plus ou moins éclairée que je présentais à l'œil. J'employais toujours la même surface placée à la même distance de l'œil : j'opérais donc sur une image rétinienne d'étendue constante. Cette image rétinienne formait un carré de dix-neuf centièmes de millimètre de côté environ. J'ai pensé qu'il y aurait un certain intérêt à faire varier l'étendue de cette image et à étudier, s'il y avait lieu, les changements survenus sous cette influence dans la sensibilité de l'appareil visuel. Suivant ma méthode habituelle, j'ai donc déterminé, pour des surfaces d'étendue variable, quel était le minimum d'éclairement, c'est-à-dire la plus petite lumière par unité de surface nécessaire pour *provoquer* une sensation lumineuse. J'ai découpé plusieurs diaphragmes susceptibles d'être placés sur l'écran antérieur de mon appareil graduateur et de dessiner des surfaces éclairées de forme carrée et de côtés très variables, depuis $0^{mm},7$ jusqu'à 12^{mm}; cela correspondait, dans les conditions de l'expérience, à des images rétiniennes ayant depuis $0^{mm},061$ jusqu'à $1^{mm},056$ de diamètre. Or, tant que le diamètre de l'objet a été supérieur à 2^{mm} (image rétinienne de $0^{mm},176$), il a fallu, pour pro-

(1) Voir notamment les *Comptes rendus* du 18 février 1878 et du 27 janvier 1879.

voquer une sensation lumineuse, le même éclairement dans tous les cas, c'est-à-dire pour sept surfaces différentes considérées; mais, au-dessous de cette étendue, j'ai constamment trouvé, pour six surfaces différentes, que l'éclairement nécessaire devait être *d'autant plus fort que la surface lumineuse était moindre*, tellement que le produit de l'un par l'autre était à très peu près constant.

» Ce fait remarquable m'avait conduit à penser qu'il devait y avoir là un territoire particulier dans la rétine, territoire auquel il faudrait, pour être mis en excitation, *une quantité de lumière déterminée et indépendante de l'etendue suivant laquelle elle se disséminerait;* en d'autres termes, voici une étendue de dix-sept à dix-huit centièmes de millimètre dont les éléments constituants seraient solidaires les uns des autrés et où il se ferait de l'un à l'autre de ces éléments une communication, une dissémination du mouvement lumineux excitateur, c'est-à-dire quelque chose de comparable à l'*induction lumineuse* étudiée par M. Plateau.

» Chose curieuse, ce territoire correspondrait exactement, et par sa position et par ses dimensions, à la *fovea centralis*, cette petite partie de la tache jaune que l'on appelle assez improprement *point* de fixation; ce prétendu point a, en effet, un diamètre de dix-huit à vingt centièmes de millimètre environ : c'est le lieu où s'opère la vision directe.

» Mais ce territoire est-il unique dans la rétine, ou bien, au contraire, peut-on constater les mêmes faits sur tous les points de cette membrane? J'ai répété ces expériences dans plusieurs directions de la vision indirecte, et j'ai retrouvé, là encore, ces deux phénomènes si distincts : 1° éclairement minimum indépendant de la surface, ou sensibilité élémentaire constante, pour toutes les images rétiniennes au-dessus de dix-sept à dix-huit centièmes de millimètre de diamètre; 2° éclairement minimum *proportionnel à la surface*, ou sensibilité élémentaire inverse du nombre d'éléments excités, pour toutes les images rétiniennes au-dessous des dimensions précédentes.

» Faut-il donc croire à la réalité physiologique de cette apparente division de la rétine en sortes de territoires distincts, de *fovea centralis* ou *excentralis*, qui devraient embrasser chacune au moins deux mille cônes ou bâtonnets? En tout cas, l'Anatomie ne les a pas encore signalés, et peut-être faut-il chercher ailleurs une explication des faits si frappants qui précèdent.

» Ces expériences ont été répétées à de nombreuses reprises sur mes yeux et sur ceux d'une autre personne non prévenue. Je dois dire qu'elles

sont assez délicates et réclament un appareil d'une grande sensibilité. De plus, on sait que la sensibilité lumineuse varie suivant l'état de repos ou de fatigue de l'œil et s'accroît notablement par le séjour dans l'obscurité. On devra donc faire les expériences avec beaucoup de précaution, et surtout laisser après chaque détermination un temps de repos suffisant pour que l'œil puisse s'adapter de nouveau à l'éclairage ambiant, qui doit être aussi constant que possible. Je me suis servi d'une lampe à huile, système Carcel, comme source lumineuse. C'est grâce à la fixité suffisante de cette lumière et à l'observation de rigoureuses précautions expérimentales que j'ai pu observer d'une façon constante les faits qui viennent d'être exposés. »

ZOOLOGIE. — *Recherches anatomiques sur l'Onchidie* (Onchidium, *Cuv.*, Oncidiella celtica, *Gray*). Note de M. **J. Joyeux-Laffuie**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Des doutes restent encore sur plusieurs points de l'organisation de l'Onchidie. Cela s'explique facilement par la difficulté que l'on éprouve à se procurer ces animaux. On sait, en effet, qu'il n'existe sur les côtes d'Europe qu'une seule espèce, signalée jusqu'ici sur un seul point du littoral français par MM. Audouin, Milne Edwards et Vaillant. C'est sur cette espèce, dont j'ai pu me procurer un grand nombre d'individus, dans les environs de Roscoff, que j'ai entrepris une série de recherches dont je présente une partie des résultats à l'Académie.

» Sur la face ventrale de l'Onchidie, on aperçoit vers la partie postérieure du pied, en arrière de l'anus et de l'orifice génital femelle, une ouverture située sur le bord du manteau. Cette ouverture circulaire, que l'animal ouvre et ferme à volonté, fait communiquer avec l'extérieur un organe situé dans l'épaisseur du manteau. Cet organe, décrit par Cuvier, dans son Mémoire sur l'Onchidie du Péron, comme étant un poumon, et sur la nature duquel Erhenberg, Milne Edwards et quelques autres zoologistes ont émis des doutes, pensant plutôt avoir affaire à un organe dépurateur, continue encore de nos jours à être considéré comme un organe pulmonaire par les derniers auteurs qui se sont occupés de l'Onchidie (MM. L. Vaillant et Fischer.)

» Cet organe, de couleur jaune brunâtre, s'aperçoit vaguement par transparence à travers le manteau sur l'animal ouvert; mais, pour prendre une idée exacte de sa conformation et de sa structure, une dissection délicate

est indispensable. Il présente deux culs-de-sac situés l'un à droite, l'autre à gauche dans l'épaisseur du manteau, et réunis à la partie postérieure par une portion plus étroite à laquelle correspond l'orifice extérieur. Le cul-de-sac du côté gauche est piriforme, tandis que celui de droite, un peu plus volumineux, se moule par son extrémité supérieure sur la cavité péricardique. Si l'on fait une coupe de l'organe, on voit qu'il est constitué par un tissu présentant des aréoles de forme irrégulière et de dimensions variables. Chaque aréole est formée par des lames de tissu musculaire, qui se réunissent irrégulièrement et circonscrivent ainsi de petites cavités communiquant toutes entre elles, et par conséquent avec le milieu ambiant, par l'intermédiaire de l'orifice extérieur. Les parois de chaque aréole sont tapissées par plusieurs couches de cellules globuleuses, légèrement jaunâtres, présentant dans leur intérieur une concrétion donnant les réactions de l'acide urique et recouvertes par un épithélium vibratile. A ces caractères on reconnaît immédiatement le tissu rénal des Mollusques; c'est dans l'épaisseur des lames musculaires limitant les aréoles que cheminent les vaisseaux afférents et efférents de l'organe rénal.

» L'étude du développement fournit également des preuves en faveur du caractère rénal de cet organe. On le voit apparaître chez l'embryon près du bord antérieur du manteau, en haut et à droite à côté du cœur, dans le point où il se montre habituellement chez les embryons des Gastéropodes. Dès qu'il s'est suffisamment différencié, il se présente sous la forme d'un organe impair creusé d'une cavité communiquant avec le péricarde et l'extérieur. Les parois sont constituées par une seule couche de cellules présentant déjà nettement les caractères de la cellule rénale typique des Mollusques, bien connue des malacologistes. Ce n'est que plus tard, pendant la période larvaire, lorsque le manteau primordial se déforme et que les organes se déplacent, qu'il arrive progressivement, par un mouvement de rotation, à occuper la partie postérieure du corps chez l'adulte.

» D'après ce qui précède, cet organe doit être considéré comme un organe rénal et non comme un poumon; du reste, jamais, à aucune époque du développement, on ne voit se former une cavité pulmonaire. L'embryon lui-même, par ses différents caractères, ne peut être rapproché d'un embryon de Gastéropode pulmoné et possède, au contraire, par son vélum très développé, par la forme de son pied, par sa coquille, qu'il abandonne même avant l'éclosion, etc., une ressemblance remarquable avec les embryons des Gastéropodes non pulmonés.

» Si donc le prétendu poumon n'est autre chose qu'un rein, il est na-

turel de se demander où est le siége de la respiration, et pour cela il faut voir ce qu'est la circulation.

» Le cœur de l'Onchidie est un cœur d'Opistobranche, logé dans une cavité péricardique creusée aux dépens du manteau et située du côté droit de l'animal, immédiatement en avant du cul-de-sac rénal correspondant. Au ventricule piriforme fait suite une aorte unique, qui se dirige en ligne droite vers les centres nerveux. Chemin faisant, elle donne des branches aux organes génitaux et au tube digestif, puis elle traverse le collier œsophagien entre le centre pédieux et le centre asymétrique. Dans son passage, elle donne deux petites artérioles aux glandes salivaires; aussitôt après elle se divise et fournit trois branches qui vont à la masse buccale et à la tête, et une plus volumineuse, terminale, qui se recourbe sous le système nerveux pour pénétrer dans le pied et s'y ramifier (1).

» Le sang, après avoir parcouru les dernières ramifications artérielles, tombe dans la cavité générale, incomplètement divisée en deux cavités secondaires, par une cloison présentant un grand nombre d'ouvertures et située en arrière du bulbe buccal. De la cavité générale où il baigne les différents organes qui y sont contenus, il pénètre par trois séries d'ouvertures en forme de boutonnières dans trois grands sinus longitudinaux, un pédieux situé sur la ligne médiane du pied et deux latéraux placés dans l'épaisseur des bords du manteau, près de la face interne. De ces sinus latéraux partent de nombreux vaisseaux qui se dirigent vers la partie externe du manteau, où ils se ramifient un grand nombre de fois, en formant un réseau vasculaire très riche, à mailles étroites, surtout dans les papilles de la face dorsale (2). Le sang, après avoir traversé ce lacis vasculaire, se rend dans deux vaisseaux longitudinaux qui se portent à l'oreillette.

» La surface extérieure du manteau et les nombreux prolongements qui la recouvrent sont évidemment le siége de la respiration. C'est de tout l'animal la partie la mieux appropriée à cette fonction par sa richesse vasculaire et par son contact avec le milieu ambiant. Par leur organisation

---

(1) Les vaisseaux artériels sont d'un blanc brillant, ce qui permet de les distinguer facilement des autres organes; cette propriété est due à la présence, dans leurs parois, de grandes cellules renfermant des globules calcaires en solution, qui font effervescence avec les acides, et non des globules graisseux, comme quelques auteurs l'ont prétendu.

(2) Chaque papille possède un vaisseau afférent et un vaisseau efférent qui sont réunis par un grand nombre de fines anastomoses, situées seulement à la périphérie de la papille; le centre n'en possède jamais.

et par leur grande vascularité, les papilles dorsales peuvent être comparées à de véritables branchies.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats des autres observations que j'ai pu faire, sur ce curieux animal, dans les laboratoires de M. de Lacaze-Duthiers, tant à la Sorbonne qu'à Roscoff. »

GÉOLOGIE. — *Serpentines de la Corse; leur âge et leur origine.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Hébert.

« *Coupe générale* (*de bas en haut*). — 1° Protogyne nettement stratifiée, soit qu'on l'observe en masse, soit qu'on étudie les détails des bancs.

» 2° Gneiss identique à tous les gneiss classiques.

» 3° Schistes luisants satinés, type des stéaschistes des Alpes.

» 4° Calcaire saccharoïde souvent en gros bancs, parfaitement stratifié et parfaitement défini, appartenant très probablement au carbonifère inférieur.

» 5° Schistes plus ou moins talqueux.

» 6° Schistes *enveloppant la serpentine avec ses mille variétés.*

» 7° Schistes ardoisiers.

» 8° Calcaire noir avec traces de charbon.

» 9° Dépôts de nature variable, souvent gréseux.

» 10° Lumachelle à *Avicula contorta,* toujours très fossilifère.

» C'est là une succession normale et constante pour la Corse; la seule exception à signaler est que les serpentines commencent quelquefois plus bas; mais *toutes* les serpentines de la Corse *sont plus anciennes* que la zone infraliasique à *Avicula contorta.*

» Cette conclusion est en opposition absolue avec les idées de tous les géologues, excepté celles de M. Hollande. Ainsi M. Coquand a publié récemment un important Mémoire destiné surtout à démontrer que les serpentines de la Corse sont d'âge miocène (*Bulletin de la Société géologique,* 3e série, t. VII); il s'appuie, pour établir cette conclusion, sur une coupe prise à Castifao, dans laquelle le calcaire nummulitique, très développé en ce point, serait recouvert par la formation serpentineuse. Mais cette apparence de superposition n'est qu'une pure illusion; le calcaire nummulitique est plaqué contre la montagne et ne pénètre nullement dans son intérieur. En effet, si à partir du calcaire nummulitique on s'avance en suivant la

bande serpentineuse, le calcaire nummulitique disparaît bientôt ; alors on voit que les assises serpentineuses reposent sur les schistes talqueux n° 5, et, ce qui est absolument capital, que ceux-ci, à leur tour, ont pour support les calcaires fossilifères du terrain carbonifère; d'un autre côté, si l'on s'élève au-dessus des serpentines et des roches vertes, on retrouve la succession générale que j'ai décrite.

» La formation serpentineuse de la Corse est très développée depuis le canton de Vezzani jusqu'au cap Corse. Quand on suit cette formation dans le sens horizontal, qu'on la voit occuper constamment le même niveau général ; quand on considère que ce grand fait peut être constaté sur une étendue de plus de 200^{km}, il est absolument impossible de songer un seul instant à admettre que les serpentines sont venues s'injecter à l'état fondu dans des terrains préexistants; tout ce qui pourrait être concédé au point de vue absolu, ce serait que la serpentine a fait éruption avant l'époque infraliasique, puisque sur cette serpentine refroidie la mer est revenue déposer les sédiments 7, 8, 9 et 10 de ma coupe générale; mais cette hypothèse ne peut résister un seul instant quand on examine la question sur les lieux. En effet : 1° des lits très minces de serpentine alternent avec des lits de schistes et des lits de calcaire également très minces; 2° la composition et la constitution des bancs serpentineux changent d'une manière incessante; 3° des lits minces et répétés de serpentine offrent ici la composition ordinaire des serpentines, puis plus loin, sans que les bancs soient interrompus, le calcaire, *à l'état de carbonate*, arrive, se mêle d'une façon intime à la serpentine, et finit par entrer pour plus de 30 pour 100 dans la constitution de la roche; 4° on voit très fréquemment dans les bancs de serpentines des amandes ou des lentilles de calcaire à peu près pur : les serpentines sont alors elles-mêmes très riches en carbonate calcaire; 5° jamais, au contact de la serpentine et des schistes encaissants *inférieurs*, on ne peut reconnaître l'ombre d'une action due à la chaleur; 6° les serpentines renferment toujours 10 à 12 pour 100 d'eau.

» Ces faits et beaucoup d'autres, qu'il serait facile d'énumérer, excluent d'une manière absolue l'idée que la serpentine puisse être une roche éruptive arrivée à l'état de fusion; aussi les géologues italiens, si bien placés pour étudier les serpentines, ont abandonné l'idée que cette roche soit une roche éruptive dans le sens igné du mot. Pour eux, les serpentines seraient arrivées au fond des mers *à l'état de boues;* là ces boues se sont solidifiées, et peu à peu les matériaux qu'elles recèlent aujourd'hui ont cristallisé, à froid bien entendu et en présence de l'eau. La serpentine

dès lors est pour eux une roche essentiellement passive, qui n'a absolument rien soulevé, qui ne s'est pas injectée dans des terrains préexistants, mais qui, au contraire, est plus ancienne que les terrains qu'elle supporte.

» Du moment où l'on admet que les serpentines sont arrivées à l'état de boues, je me demande quelle nécessité il y a de faire venir ces boues de l'intérieur du globe. Que l'on se représente une mer dont les parois, comme c'était le cas pour la Corse, étaient constituées par des roches de la formation primordiale, que certaines parties de cette mer passent à l'état d'estuaires : il va s'accumuler dans ces estuaires des boues essentiellement siliceuses, qui, en outre, seront imprégnées d'eaux marines riches en sels de magnésie dissous. On aura alors des boues réunissant tous les éléments des serpentines et ayant la composition et la constitution que les géologues italiens attribuent à leurs boues éruptives. Enfin, comme je l'ai montré et comme je vais continuer à l'établir, les boues provenant de la destruction des roches primordiales sont toujours imprégnées de combinaisons métallifères, ce qui est, comme on le sait, le cas pour les serpentines. Quant à l'accumulation des minerais métallifères dans certaines parties plutôt que dans d'autres, elle est due à cette circonstance que ces substances, disséminées primitivement d'une manière régulière dans la masse boueuse, se sont isolées dans des parties limitées, sous l'influence de causes multiples, mais parmi lesquelles il faut mettre au premier rang le lent passage de l'eau à travers la masse et surtout l'expulsion de l'excès d'eau à mesure que les silicates et la magnésie s'unissaient pour former ce que l'on appelle aujourd'hui la *serpentine*. C'est ce qui explique en particulier ce fait d'expérience industrielle constaté chaque jour, que les dépôts métallifères *riches* ne se montrent jamais dans la *partie compacte* de la formation serpentineuse, mais dans les *parties extérieures* qui sont restées à l'état fragmentaire ou même à l'état plus ou moins argileux.

» J'arrive donc à ces deux conclusions générales :

» 1° Toutes les serpentines de la Corse sont plus anciennes que la base de l'infralias à *Avicula contorta*.

» 2° Les serpentines de la Corse sont des roches sédimentaires dans la plus complète acception du mot; elles ont pour origine, de même que les substances métallifères qu'elles renferment toujours, des vases d'estuaires dont les matériaux ont été empruntés aux roches de la formation primordiale.

» Cette deuxième conclusion pourra être contestée, mais je vais publier la série des faits géologiques et chimiques qui la feront passer à l'état de

vérité démontrée. Quant à la première, elle repose sur la constatation de faits de l'ordre géométrique le plus absolu; je me tiens dès lors à la disposition des géologues ou des ingénieurs qui en contesteraient la rigoureuse exactitude, et je suis prêt à leur fournir sur les lieux les preuves que les choses sont bien telles que je viens de les établir. »

M. **Hébert**, en présentant la Note précédente de M. *Dieulafait*, croit devoir faire quelques réserves.

Il partage l'opinion de M. Dieulafait sur l'âge des serpentines de Corse, qui, comme celles des Alpes, sont de la fin de la période triasique. Il croit, comme lui, que ces serpentines n'ont point fait éruption à l'état de fusion ignée; mais, jusqu'à ce que des preuves concluantes aient établi que ce sont bien des roches sédimentaires, il repousse cette idée. Ses propres observations le conduisent à penser, comme beaucoup d'autres géologues, que la serpentine est un produit d'injection de matières plus ou moins fluides ou boueuses. Les observations de M. Dieulafait ne lui paraissent même pas contraires à cette manière de voir.

On sait que les serpentines anciennes sont en relation avec des masses éruptives d'euphotide; aussi renferment-elles ordinairement des cristaux de diallage. Or, M. Vélain a constaté ce fait sur la serpentine de Corse. Mais il y a des serpentines plus récentes, celles de l'Apennin, par exemple, qui se placent à la limite de l'éocène et du miocène; celles-ci se distinguent des premières en ce qu'elles sont parfois remplies de cristaux de péridot et qu'elles ne renferment point de diallage.

La composition des serpentines de Corse vient donc confirmer l'âge que les observations stratigraphiques de M. Dieulafait assignent à ces roches.

M. **W. de Fonvielle** transmet à l'Académie une série d'articles, extraits du journal « l'Électricité » et tendant à établir que les phénomènes acoustiques signalés par M. *G. Bell* sont dus à l'action de la chaleur.

D'après M. de Fonvielle, l'explication formulée récemment par M. Mercadier avait été indiquée par une Lettre de M. Dujardin, insérée le 20 octobre dans ce même Journal. Depuis cette époque, la théorie proposée par M. Dujardin avait été adoptée par M. de Fonvielle lui-même; il l'avait appuyée par de nombreux arguments, publiés avant la Note récente de M. Mercadier.

M. A. **Netter** adresse une Note relative à la question de l'intelligence et de l'instinct chez les animaux.

M. Cl. **Baudet** adresse une Note relative à la décomposition de l'eau, en employant comme électrodes le charbon de cornue ou le graphite.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 DÉCEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Michel Chasles*, doyen de la Section de Géométrie.

M. Chasles est mort le samedi 18 décembre. La nouvelle a été transmise à l'Académie, le jour même, par une Lettre de M. Henri Chasles, son neveu. Les obsèques doivent avoir lieu demain mardi 21 décembre.

M. le Président, après s'être fait l'interprète des regrets de l'unanimité des Membres de l'Académie, propose de lever immédiatement la séance.

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. CHASLES.

DISCOURS DE M. J. BERTRAND,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« La France perd une de ses gloires, les Membres de l'Académie des Sciences un ami excellent, dévoué à chacun et à tous, gardien et modèle,

tout ensemble, de la bonne confraternité, dont son souvenir vénéré maintiendra parmi nous la tradition plus vivace et plus forte.

» Je n'ai rien à apprendre aux amis, aux admirateurs de M. Chasles, qui se pressent si nombreux autour de son cercueil : accessible à tous, il était pour tous affectueux et confiant; dévoué sans réserve aux belles études qui ont fait sa gloire, il faisait paraître une égale et active bienveillance pour tous ceux qui, dans les directions les plus diverses, suivaient les grandes voies de la Science.

» L'ardeur communicative de M. Chasles pour la Géométrie se montra presque dès l'enfance : élève de Mathématiques élémentaires au Lycée impérial, il communiquait aux élèves des Collèges rivaux les problèmes et les exercices de chaque semaine, demandant, sans l'exiger, les questions proposées par leurs maîtres; dans cet échange de problèmes difficiles et d'élégantes solutions, organisé par le jeune lycéen, on peut croire aisément que le futur géomètre avait souvent la meilleure part.

» Lorsqu'en 1814 M. Chasles quitta l'École Polytechnique brusquement licenciée, sa première préoccupation fut pour ses camarades; plus d'un, dans son embarras, trouva près de lui plus que de bons conseils. Rappelé à Chartres par sa famille, il y offrit l'hospitalité à son jeune et brillant condisciple du Lycée impérial, Gaëtan Giorgini, qui, entraîné par lui vers la Géométrie et guidé dans ses premiers pas, avait assez bien profité de ses leçons et fait assez de progrès pour lui enlever le prix d'honneur au Concours général et le premier rang à l'École Polytechnique.

» Les élèves furent admis à subir leurs examens. M. Chasles, classé dans le génie, s'apprêtait à partir pour Chartres; il voulait embrasser sa mère avant de se rendre à Metz et lui montrer son uniforme d'officier, quand il reçut la visite du père d'un de ses camarades : « Mon fils, lui » dit-il, est le premier des élèves qui n'ont pas obtenu de place; vous avez » hésité, je le sais, à accepter l'épaulette; votre refus aurait assuré à » votre camarade une carrière qui lui plaît et pour laquelle j'ai fait les » derniers sacrifices; il m'est impossible de les continuer pour lui en pré» parer une autre. » M. Chasles ne répondit rien; il partit pour Chartres. En arrivant, sa résolution était prise : il annonça à sa mère qu'il resterait près d'elle.

» Toujours passionné pour la Géométrie, il résolvait de beaux problèmes, comme au Collège, trouvait chaque jour d'élégants théorèmes, inventait des méthodes générales et fécondes, sans attirer l'attention des maîtres de la Science et sans y prétendre. « Que de talent perdu! » disaient

les plus bienveillants, sans songer même à traiter d'égal ce jeune homme obstiné à approfondir les théories élémentaires, et qui bientôt peut-être devait, par elles, s'élever bien au-dessus d'eux.

» Sans s'attrister, sans se plaindre, sans se décourager surtout, M. Chasles poursuivait son œuvre, et sur le terrain qu'il aimait il a trouvé la gloire, sans avoir rien fait pour l'atteindre, si ce n'est quelques chefs-d'œuvre.

» Le premier qui s'imposa à l'attention fut l'admirable *Aperçu historique*, qui, sous ce titre plus que modeste, restera l'œuvre la plus savante, la plus profonde et la plus originale qu'ait jamais inspirée l'histoire de la Science.

» Plus d'une fois, M. Chasles, sans abandonner la méthode géométrique, a montré avec un rare bonheur qu'un même lien mystérieux et étroit réunit et rapproche toutes les vérités mathématiques. On lui doit, dans l'une des théories les plus hautes et les plus difficiles du Calcul intégral, d'élégants théorèmes admirés des analystes; il a ajouté à la Mécanique un Chapitre devenu classique sur le déplacement des corps solides; il a rencontré dans la théorie de l'attraction les plus beaux théorèmes et les plus généraux, qui ont renouvelé la théorie de l'électricité statique. Sans essayer ici une énumération infinie, comment ne pas citer encore, entre tant d'œuvres originales et célèbres, ses beaux travaux sur l'attraction des ellipsoïdes? Admirés et loués par Poinsot, ils ont eu la fortune d'exciter entre les analystes et les purs géomètres une noble émulation, longtemps prolongée au très grand profit de la Science.

» M. Chasles a poursuivi son œuvre sans interruption depuis sa sortie du Lycée jusqu'à l'âge de quatre-vingt-sept ans. Soixante-huit années séparent la première Note de l'élève Chasles, insérée dans la *Correspondance sur l'Ecole Polytechnique*, du dernier Mémoire présenté à l'Académie des Sciences. Tous les géomètres, sans distinction de nationalité ni d'école, se sont inclinés devant ce vénérable vieillard; tous ont admiré sa puissance d'invention, sa fécondité, que l'âge semblait rajeunir, son ardeur et son zèle, continués jusqu'aux derniers jours.

» La vie de M. Chasles a été heureuse et simple; il a trouvé dans la Science, avec les plus grandes joies, une gloire qui sera immortelle, et dans la vive affection de ses amis, dans leur assiduité empressée aux réunions où il les conviait avec une grâce si aimable, dans leur respectueuse déférence en toute circonstance, la consolation de sa vieillesse. »

DISCOURS DE M. BOUQUET,

AU NOM DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS.

« Au nom de la Faculté des Sciences, je viens rendre un dernier hommage au collègue illustre que nous avons perdu. M. Chasles a été l'honneur des Mathématiques françaises. Ses travaux de Géométrie l'ont placé au premier rang parmi les savants de l'Europe, et, dans le grand développement de cette science à notre époque, ce sont ses découvertes qui ont eu la part la plus importante. L'*Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en Géométrie* est un Ouvrage capital, écrit avec une admirable clarté, et où l'auteur se montre un érudit en même temps qu'un inventeur de premier ordre. Les mêmes qualités se trouvent dans le *Traité de Géométrie supérieure* et les autres publications de notre collègue, dont l'influence a été si grande et si féconde sur les travaux contemporains.

» J'ai tout particulièrement le devoir de rappeler avec quel dévouement notre illustre maître s'est consacré à ses élèves de la Sorbonne, pendant vingt et une années de professorat, en les initiant sans réserve à ses méthodes et leur communiquant ses découvertes. Partout M. Chasles a eu des disciples qui ont suivi sa voie et contribué avec lui à élever la Géométrie à cette hauteur où elle se joint à l'Analyse et aux théories les plus récentes du Calcul intégral, comme s'il existait entre ces deux branches des Mathématiques une unité profonde que révèle le génie des inventeurs. Dans un autre domaine, et sur une question célèbre de Mécanique à laquelle reste attaché le nom de Poinsot, notre collègue a donné un travail admiré de tous les géomètres, où son merveilleux talent se montre dans tout son éclat. Ce talent semblait croître avec l'âge : c'est à soixante-dix ans que M. Chasles a imaginé la théorie des caractéristiques, que la Société Royale de Londres a récompensée par la plus haute des distinctions, en donnant à notre collègue la médaille de Copley.

» Mais nous songeons moins, devant cette tombe ouverte, à rappeler les œuvres du génie et les honneurs reçus que les vertus de l'homme privé, sa bonté inaltérable pour nous, pour ses élèves, son dévouement à tous ses devoirs, sa fin chrétienne.

» Recevez, mon cher et regretté collègue, notre suprême adieu ici-bas. Votre souvenir est sous la sauvegarde des sentiments de respect et d'affection que vous nous avez inspirés et qu'à jamais nous conserverons pour vous. »

DISCOURS DE M. LAUSSEDAT,

Directeur des Études de l'École Polytechnique,

AU NOM DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE ET DU CONSEIL DE PERFECTIONNEMENT DE CETTE ÉCOLE.

« C'est au nom de l'École Polytechnique et de son Conseil de perfectionnement, dont M. Chasles était l'un des membres les plus assidus et les plus dévoués, que je viens apporter à cette grande et pure illustration l'hommage d'un profond respect uni à la plus grande admiration.

» Michel Chasles, né dans le pays chartrain le 15 novembre 1793, entrait à l'École Polytechnique en 1812; après avoir pris une part glorieuse à la défense de Paris en 1814, il était classé d'abord dans le génie, mais peu de temps après il donnait sa démission et réintégrait l'École en 1815, en qualité d'élève. Enfin il en sortait de nouveau, renonçant volontairement aux carrières publiques, malgré le rang élevé qu'il occupait parmi ses camarades. Quelques années plus tard, il se retirait à Chartres, étranger en apparence au mouvement scientifique, mais préludant déjà aux grandes découvertes qui devaient immortaliser son nom.

» A l'époque où Chasles entra à l'École Polytechnique, cette noble institution, créée par le génie de la Révolution française, aux jours des plus grands périls, était devenue célèbre en peu d'années, grâce à son admirable plan d'études, au talent et au dévouement sans bornes de ses illustres professeurs. Elle avait déjà produit, en outre des habiles ingénieurs et des excellents officiers de l'artillerie et du génie pour le recrutement desquels elle avait été fondée, une race de savants dignes de prendre place à côté de leurs maîtres et de continuer l'œuvre si brillamment commencée.

» Dès 1812, en effet, dix-huit ans à peine après la fondation de l'École, la Science française, je devrais dire le monde savant, lui devait des physiciens comme Biot, Malus, Gay-Lussac, Dulong, Arago, Becquerel, Fresnel, Petit, et des géomètres qui s'appelaient Poinsot, Poisson, Binet, Ch. Dupin, Brianchon, Cauchy, Poncelet.

» Chasles devait s'enrôler dans cette glorieuse phalange; il le fit pressentir, dès son arrivée à l'École, en publiant, dans la *Correspondance* de Hachette, des Notes intéressantes et un Mémoire qui contenait la démonstration géométrique de théorèmes de Monge sur les surfaces du second degré, établis analytiquement par leur illustre auteur.

» Il ne m'appartient pas de suivre le grand géomètre dans des travaux dont la liste seule serait longue à transcrire et à énoncer, depuis l'*Aperçu*

historique sur l'origine et le développement des méthodes en Géométrie, qui date de 1830, jusqu'à la nouvelle édition du *Traité de Géométrie supérieure*, que l'auteur a eu encore la satisfaction de publier avant de mourir, il y a deux mois à peine.

» Je me bornerai donc à remarquer, avec M. Chasles, que la Géométrie moderne, comme on est convenu de l'appeler, a eu pour précurseurs et pour initiateurs un grand nombre de nos compatriotes, parmi lesquels il suffit de citer Viète, Roberval, Pascal, Desargues, le Monge de son siècle, comme l'appelait Poncelet, Clairaut, précoce comme Pascal, enfin Carnot et Monge, que l'on peut considérer comme les véritables fondateurs des nouvelles doctrines.

» Immédiatement à côté de ces grands noms, nous devons inscrire aujourd'hui ceux de Chasles et de Poncelet, les chefs incontestés du grand mouvement qui, de notre pays, s'est propagé en Angleterre, en Allemagne, en Italie, partout où les Sciences mathématiques sont en honneur.

» D'où ce mouvement est-il parti? M. Chasles va lui-même nous l'apprendre. Dans son beau discours d'inauguration du Cours de Géométrie supérieure, créé pour lui, en 1846, à la Sorbonne, après avoir retracé, avec sa clarté merveilleuse et sa rare érudition, les progrès de cette science qu'il s'efforçait de replacer au même rang que l'Analyse, M. Chasles terminait en ces termes :

« C'est dans le sein de l'École Polytechnique surtout que les Ouvrages de Monge et de Carnot ont porté leurs fruits. Le goût des sciences, implanté dans ce grand établissement par les hommes illustres qui l'ont fondé, s'est conservé, grâce à son organisation judicieuse et puissante, et a contribué, comme les services militaires et civils, à la gloire et à la grande renommée de cette École célèbre dans le monde entier. »

» Pourquoi ne le dirais-je pas? M. Chasles, dans sa nouvelle édition, faisait suivre le paragraphe que je viens de lire de cette réflexion mélancolique :

« On sait que, depuis que ceci est écrit, l'École Polytechnique a éprouvé, en 1850, des modifications profondes et très regrettables. »

» Est-ce à dire que l'illustre géomètre doutât de l'avenir de notre grande institution? J'ai le droit et le devoir d'affirmer le contraire. Personne plus que lui n'avait foi dans ses destinées, personne n'était plus convaincu des services considérables qu'elle est appelée à rendre au pays et à la Science.

» Je prends donc la liberté d'expliquer ces lignes, écrites elles-mêmes il y a déjà quelque temps, j'en suis certain.

» Nommé professeur de Machines et de Géodésie à la mort de Savary, en 1841, sur la proposition d'Arago, M. Chasles occupait cette chaire depuis dix ans, quand survinrent les modifications qu'il qualifie de *regrettables*. Ne les approuvant pas, il n'hésita pas à donner sa démission, et, depuis cette époque, il ne cessa de chercher les moyens de combattre les effets de réformes qu'il regardait comme dangereuses; mais, en même temps, et bien loin de se séparer de cette École qu'il aimait avec la tendresse qu'un fils a pour sa mère, il saisissait toutes les occasions de la servir. C'est ainsi qu'il acceptait avec tant d'empressement la présidence du Comité de la Société amicale des anciens Élèves; c'est ainsi qu'il entrait au Conseil de perfectionnement, et que, tout récemment encore, malgré son grand âge, il acceptait le renouvellement de son mandat, avec le désir, disait-il, de continuer jusqu'à son dernier souffle à entretenir ce foyer de travail, d'honneur et de dévouement au pays.

» Ses dernières pensées, ses derniers efforts ont bien effectivement été tournés vers sa chère École. Avec l'ardeur infatigable que nous lui connaissions tous, il avait entrepris d'écrire une histoire de notre institution; il en avait même publié un extrait sous ce titre : *Exposé historique concernant le cours de Machines, dans l'enseignement de l'École Polytechnique*. La mort l'a surpris avant qu'il eût achevé cette œuvre, qui eût été si utile et que personne ne serait en état d'accomplir avec autant d'autorité que lui. Disons d'ailleurs que le but qu'il s'était proposé est en grande partie atteint ou bien près de l'être.

» En rappelant l'origine de l'École Polytechnique, ses brillants débuts, le dévouement de ses maîtres et les sacrifices que l'État, malgré la difficulté des temps, avait su s'imposer pour doter largement cette grande fondation, M. Chasles avait surtout l'intention, il me l'a souvent répété, de raviver et de développer encore les excellentes traditions qui ont tant contribué à sa renommée.

» C'est donc avec joie qu'il a vu, avant de mourir, le Conseil d'instruction reprendre activement la publication périodique du *Journal de l'École Polytechnique*, de ce Recueil ouvert aux élèves comme aux maîtres, et qu'il a lui-même enrichi de tant de précieux Mémoires. C'est avec une véritable satisfaction, il le dit dès les premières lignes de son historique concernant le Cours de Machines, qu'il a vu le Conseil de perfectionnement mettre à l'ordre du jour l'importante question de la révision des programmes de l'enseignement. Enfin, il connaissait les intentions du Gouvernement, si favorables à l'accomplissement de ses vœux, et s'il eût vécu

quelques jours de plus, à propos de cette réunion annuelle de la famille polytechnicienne dans un but de bienfaisance, réunion dont il avait été le premier organisateur et à laquelle il n'avait jamais manqué, il eût pu voir deux Ministres de la République, anciens élèves venus à l'École pour s'y mêler à leurs camarades, s'enquérir avec sollicitude de ses besoins et s'engager, après s'en être rendu compte, à faire tout ce qui dépendrait d'eux pour y satisfaire.

» La mort de M. Chasles ne va pas moins laisser au milieu de nous un vide irréparable; mais, si sa collaboration active et éclairée nous manque, il nous restera le souvenir de ses conseils, toujours inspirés par son ardent amour pour notre grande institution nationale.

» Ma tâche est terminée; j'ai essayé de faire connaître, sous l'un de ses aspects les plus touchants et les plus fortifiants tout à la fois, l'homme éminent, aussi grand par le cœur que par l'intelligence, dont nous avons la douleur de nous séparer.

» Sa gloire va rayonner dans le monde entier; nulle part sa mémoire ne sera plus vénérée que dans l'École qui en fut le berceau. »

DISCOURS DE M. DUMAS,

AU NOM DE LA SOCIÉTÉ DES AMIS DES SCIENCES.

« L'Académie des Sciences et les Institutions illustres dont M. Chasles était l'honneur vous ont fait partager leur émotion; une Société de pure bienfaisance, qu'il animait de son souffle charitable, vient à son tour faire entendre près de sa tombe l'expression de ses profonds regrets et de sa douleur.

» M. Chasles n'était pas moins distingué par le cœur que par le génie. Il appartenait à la Société des Amis des Sciences depuis sa fondation; il en était membre-né; il en eût été le président naturel, à la mort de Thenard, si des motifs de santé ne nous avaient forcés à respecter sa liberté. Mais nous savons tous avec quelle conscience scrupuleuse il suivait les travaux de notre Conseil, quel précieux concours il apportait aux progrès de notre œuvre, quel empressement il mettait à découvrir, à signaler toute souffrance digne de sollicitude, et avec quelle générosité sa bourse s'ouvrait, discrètement et sans bruit, pour suppléer aux défaillances de nos budgets trop souvent impuissants.

» Les savants auxquels l'âge ou la maladie ont rendu des secours néces-

saires, les familles de ceux d'entre eux que la mort a enlevés avant l'heure et qu'ils ont laissées sans appui, perdent en M. Chasles le plus compatissant des témoins de leur douleur, l'avocat le plus pénétrant de leur cause sacrée, le bienfaiteur le plus prompt à leur tendre une main secourable.

» Si les infortunés auxquels nous transmettions ses dons secrets étaient heureux de les recevoir, il se montrait plus heureux lui-même au moment où il nous en confiait la distribution. L'esprit de charité dont il était possédé, cette ardente passion de la bienfaisance qui l'animait, ne connaissaient pas d'obstacles. Sa bonté n'admettait ni délai, ni ajournement, ni objection; souffrance connue devait être souffrance partagée et soulagée. Il vous avait apporté sa renommée, nous avions en partage cette bonté expansive, au cœur large, se multipliant, impatiente et pressante, devant tout malheur à soulager, et disparaissant dès que le bien était accompli.

» La douleur rencontrait toujours M. Chasles, la reconnaissance jamais. C'est sur sa tombe seulement que ceux qui gardent la mémoire de ses bienfaits peuvent venir enfin déposer respectueusement l'expression de leur éternelle gratitude.

» La Société des Amis des Sciences, au nom de toutes ces infortunes soulagées, de ces malheurs consolés, au nom des infirmes, des veuves et des orphelins qui ont reçu ses bienfaits, vient dire un dernier adieu non seulement au savant illustre, mais à l'homme souverainement bon dont elle gardera la mémoire avec tendresse et piété.

» Adieu! Chasles, adieu!

DISCOURS DE M. ROLLAND,

AU NOM DE LA SOCIÉTÉ AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

« Messieurs,

» Je viens, au nom de la Société amicale des anciens élèves de l'École Polytechnique, rendre un dernier hommage à l'homme excellent dont nous déplorons aujourd'hui la perte. Des voix autorisées viennent de vous dire combien étaient considérables les titres scientifiques qui ont illustré le nom de Michel Chasles, non seulement en France, mais dans le monde entier. Elles vous ont dit aussi ce qu'avait été le savant professeur et le membre du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

» Je vous parlerai donc uniquement de ses éminentes qualités de cœur, de son dévouement à la grande famille polytechnicienne, à laquelle il a

donné tant de preuves d'affection. L'affabilité, la gracieuseté, étaient inhérentes au caractère de Michel Chasles; tous ceux qui l'ont connu peuvent en porter témoignage, et ses Confrères de l'Institut, ainsi que les savants étrangers ou français, qu'il aimait tant à réunir, n'oublieront jamais l'accueil cordial et sympathique qu'ils étaient toujours assurés de trouver dans son salon hospitalier.

» Sa bonté, sa charité, étaient universellement connues; parfois même il en a été victime, sans jamais s'en corriger; les malheureux, à qui si souvent il est venu en aide, pourraient seuls vous dire combien était grande sa bienfaisance.

» Mais, Messieurs, cette bonté pour tous s'accroissait encore et devenait de la passion dès qu'il s'agissait d'être utile à la grande École nationale, pour laquelle il a toujours eu une affection filiale, ou de venir en aide à ceux qui, comme lui, faisaient partie de la famille polytechnicienne.

» Il y a quinze ans, quand les élèves de l'École Polytechnique eurent l'idée de constituer la Société amicale, ils comprirent combien il était nécessaire, pour vaincre les difficultés inhérentes à une semblable fondation, de la placer sous l'autorité d'un nom respecté et aimé de tous. Aucun nom ne pouvait, comme celui de Chasles, réunir les qualités voulues, et nous le priâmes d'être le premier président de la Société nouvelle. Avec son dévouement ordinaire, il ne songea même pas à nous objecter son âge avancé et son légitime besoin de repos après les nombreux travaux de sa longue vie scientifique. Il accepta donc, et vous savez quel cœur, quelle activité il montra pour assurer le succès, aujourd'hui incontesté, d'une Société dont il sera toujours le père et le plus éminent fondateur. En cette circonstance comme en bien d'autres, Michel Chasles a montré que l'âge n'avait en rien altéré la jeunesse de son excellent cœur ni l'activité des efforts par lesquels il a cherché jusqu'au bout à lui donner satisfaction.

» Hier encore, Messieurs, cette jeunesse et cette activité restaient entières, et nous pouvons dire que la mort de notre excellent président a été une cause non seulement de deuil légitime pour tous, mais aussi de douloureuse surprise pour ses nombreux amis, qui, malgré son grand âge, n'avaient pu constater en lui aucune des défaillances qui d'habitude en sont la conséquence.

» Au nom des anciens élèves de l'École Polytechnique, je dis un dernier adieu à la dépouille mortelle de Michel Chasles, fondateur de la Société amicale et l'une des gloires les plus pures et les plus aimées de notre École.

» Au nom des veuves et des orphelins laissés dans le besoin par nos camarades malheureux, au nom de tous ceux qui comprennent le vide immense que laisse dans la Société amicale l'homme généreux qui s'occupait d'eux avec tant de sollicitude, j'adresse à notre regretté président un dernier témoignage de reconnaissance. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1880.

PRÉSIDENCE DE M. EDM. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1881, donne les détails suivants :

« Plusieurs améliorations ont été introduites dans ce Volume. Je citerai, en particulier : la détermination de toutes les fêtes mobiles pour les calendriers grégorien, grec, israélite et musulman ; une Table plus étendue de corrections pour calculer les levers et couchers de la Lune dans toute l'Europe et même en Algérie ; une Table des digressions de la Polaire, qui donne l'azimut de cet astre au moment où il s'écarte le plus du méridien, de manière à permettre aux topographes, aux voyageurs, etc., de s'orienter avec exactitude au moyen d'une simple observation ; la refonte des éléments du système solaire ; enfin une Table nouvelle des indices de réfraction des gaz et des vapeurs, donnée par M. Mascart.

» Les Notices comprennent une histoire des Observatoires qui existaient en France avant la Révolution ; M. Tisserand y signale la grande activité astronomique qui a régné à cette époque, activité principalement due à l'initiative individuelle. M. Faye a donné une Notice, ornée de Planches, sur la géologie comparée de la Lune et de la Terre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Fourier et autres représentations analytiques des fonctions d'une variable réelle.* Note de M. HERMITE.

« Les développements des fonctions arbitraires d'une variable en séries trigonométriques et autres ont été, depuis Fourier jusqu'à notre époque, le sujet d'un grand nombre de travaux, parmi lesquels doivent être mentionnés tout d'abord ceux que notre illustre confrère M. Liouville a publiés dans le *Journal de Mathématiques*, seul ou en collaboration avec Sturm. Nous rappellerons ensuite le Mémoire célèbre où Dirichlet a donné la première démonstration, entièrement rigoureuse, de la série trigonométrique de Fourier pour le cas des fonctions ayant un nombre fini de maxima ou minima. M. Lipschitz, dans un travail d'une grande importance, intitulé *De explicatione per series trigonometricas instituenda functionum unius variabilis arbitrarium, et præcipue earum, quæ per variabilis spatium finitum valorum maximorum et minimorum numerum habent infinitum, disquisitio* (¹), a ensuite établi que la formule de Fourier subsiste pour certaines classes de fonctions qui ont un nombre infini de maxima et de minima. Enfin M. Paul du Bois-Reymond, en donnant d'autres classes de ces fonctions, a fait voir qu'il existe des cas où la présence de maxima et de minima en nombre infini rend inapplicable la formule de Fourier.

» Mais on est allé moins loin pour les autres genres de développements, et, à l'exception de ceux où figurent les fonctions sphériques et les transcendantes de Bessel, la possibilité du développement n'a pu être encore établie d'une manière suffisamment rigoureuse.

» Dans un Ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie (²) au nom de l'auteur, M. Ulysse Dini, professeur à l'Université de Pise, la théorie de ces divers genres de développements est traitée, quelle que soit leur diversité, sous un seul et unique point de vue, qui donne à la fois les résultats de M. Lipschitz et de M. du Bois-Reymond pour la formule de Fourier, les développements au moyen des fonctions sphériques et des fonctions de Bessel, ceux dans lesquels figurent les racines d'une équation transcendante sous les signes trigonométriques, et enfin ces nouvelles séries dépen-

---

(¹) *Journal de Borchardt*, t. 63.

(²) *Serie di Fourier e altre rappresentazioni analitiche delle funzioni di una variabile reale;* Pise, 1880.

dant des fonctions elliptiques sur lesquelles je m'étais borné à quelques aperçus dans mes Leçons de la Sorbonne. La méthode employée se fonde d'une part sur la considération des résidus des fonctions uniformes d'une variable complexe et de l'autre sur certaines intégrales définies que M. du Bois-Reymond a introduites le premier, et avec le plus grand succès, dans ses belles recherches. C'est à ce savant géomètre qu'est due la remarque importante, qu'il existe un nombre infini de fonctions $\varphi(x, h)$ telles, que l'intégrale $\int_0^b \varphi(x, h)dx$ a pour h infini une limite déterminée, qui est $+\mathrm{G}$ ou $-\mathrm{G}$, suivant que b est positif ou négatif, G étant une quantité indépendante de b. On en conclut que, sous certaines conditions relatives à $f(x)$, l'intégrale plus générale $\int_0^b f(x)\varphi(x, h)dx$ a pour limite $\mathrm{G}f(+0)$ ou $-\mathrm{G}f(-0)$ suivant le signe de b, en admettant que les quantités $f(+0)$ ou $f(-0)$ aient une signification entièrement déterminée.

» Ces considérations délicates, dues à M. du Bois-Reymond, jouent le principal rôle dans les démonstrations de la possibilité des développements, l'emploi des résidus servant à donner, comme Cauchy l'avait depuis longtemps montré, la forme même des développements. Les questions si difficiles dont je viens de parler ne sont pas les seules qui soient abordées par M. Dini. L'auteur, en suivant la voie ouverte par les beaux travaux de M. Heine, généralise des résultats obtenus par l'éminent géomètre sur la formule de Fourier; il montre aussi que tous les développements dont il a fait l'étude présentent le même degré de convergence; il s'occupe enfin des conditions sous lesquelles on peut les différentier ou les intégrer terme à terme. Cette indication succincte suffira, je pense, pour appeler l'attention de l'Académie sur l'Ouvrage de M. Dini, où la méthode et la plus grande clarté se joignent à un talent d'analyste extrêmement distingué. »

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de propagation de la lumière.* Note de M. A. Cornu.

« M. Gouy a publié récemment dans les *Comptes rendus* (t. XCI, p. 877) une Note dans laquelle il formule les conclusions suivantes :

« .... (P. 878) On paraît admettre généralement que, pour chaque espèce de lumière homogène, la propagation s'effectue partout de la même manière que dans les milieux

dépourvus de dispersion, c'est-à-dire avec une vitesse bien déterminée, et toujours égale au rapport $\frac{\lambda}{T}$ de la longueur d'onde à la période vibratoire; mais cet énoncé, qui paraît d'abord presque évident, ne résiste pas à l'examen. »

» Et plus loin, p. 879:

» Il n'y a pas, pour une source homogène donnée, une *vitesse de la lumière* déterminée, et indépendante de la manière dont on fait varier l'amplitude. Mais, dans toute expérience réalisable, cette variation s'effectue d'une manière graduelle et très lente par rapport à la période vibratoire; dans ce cas, les formules se simplifient, et l'amplitude se transporte comme dans un milieu non dispersif, mais avec la vitesse

$$V = \frac{d\left(\frac{1}{\lambda}\right)}{d\left(\frac{1}{T}\right)} = \frac{\lambda}{T} - \lambda\frac{d\left(\frac{\lambda}{T}\right)}{d\lambda}. \tag{3}$$

» C'est donc la valeur du coefficient que les physiciens nomment *vitesse de la lumière*. »

» Les physiciens seraient donc encore, d'après l'auteur, à ignorer la véritable définition de la *vitesse de la lumière*, et les méthodes employées pour déterminer ce coefficient dans un milieu dispersif comme l'air, en faisant varier l'intensité lumineuse, comme dans la méthode de la roue dentée, donneraient, non pas la vitesse de la lumière, mais une fonction complexe de la longueur d'onde et de la période vibratoire.

» Ces conclusions sont complètement inexactes.

» L'erreur de l'auteur provient de ce qu'il a omis de définir ce qu'il entend par vitesse de propagation et qu'il a substitué des considérations arbitraires à la définition précise ordinairement adoptée.

» Je pense qu'il n'est pas inutile de rétablir les principes très simples que la Note de M. Gouy paraît avoir, sans aucun motif, abandonnés ou méconnus ([1]).

» Pour définir la vitesse de propagation d'une onde, les physiciens choisissent le cas le plus simple, celui d'une onde plane, polarisée rectilignement, qui se propage sans altération dans un milieu indéfini. La condition à laquelle satisfont les déformations de tous les points du milieu s'obtient

---

([1]) Par des considérations qui ne sont pas sans analogie avec les considérations actuelles, l'auteur, il y a quelques mois (*Comptes rendus*, t. XC, p. 992 et 1121), a contesté un peu légèrement la réalité de l'admirable découverte de Fresnel sur la double réfraction circulaire. Les conclusions alors énoncées n'ont pas plus de fondement que celles qu'on réfute aujourd'hui.

aisément par une démonstration qui en précise bien le sens et que je rappellerai en peu de mots.

» Si, à une époque prise comme origine du temps, le milieu est déformé de telle manière que tous les points situés dans un même plan perpendiculaire à l'axe des x soient écartés de leur position d'équilibre de la même quantité u, suivant des droites parallèles, l'écart commun étant d'ailleurs variable d'une manière quelconque suivant l'abscisse considérée x_0, on aura, en désignant par $F(x_0)$ la fonction quelconque représentant la loi qui lie l'écart à l'abscisse,

$$u = F(x_0).$$

» Le système de déformation ainsi défini devra, au bout d'un temps t, se retrouver identiquement le même, mais transporté d'une quantité h; de sorte que la même déformation u correspondra à l'abscisse $x = x_0 + h$; et, comme h est supposé varier proportionnellement au temps, on a

$$h = at;$$

a étant un coefficient constant, positif ou négatif suivant le sens du transport, qui représente en grandeur et en sens la vitesse de propagation ; d'où, substituant $x_0 = x - at$, il vient la condition cherchée

$$u = F(x - at).$$

Si, dans l'intervalle de temps qui s'écoule de $t = 0$ à $t = t$, le système de déformations ne restait pas identique à lui-même, on n'aurait plus affaire à une onde persistante, et la notion simple de vitesse constante de propagation disparaîtrait. D'où il résulte qu'un système de déformations défini par une équation $u = \Phi(x, t)$ de toute autre forme ne représente pas une onde et ne peut fournir aucune valeur de vitesse de propagation, à moins de nouvelles conventions arbitraires (¹).

» M. Gouy choisit pour loi de déformation la fonction

$$u = a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + a \sin 2\pi\left(\frac{t}{T'} - \frac{x}{\lambda'}\right).$$

Comme elle n'est pas réductible à la forme $u = F(x - at)$, elle ne repré-

(¹) C'est ainsi que Fourier considère, dans la diffusion de la chaleur, une sorte de vitesse de propagation; mais elle se rapporte au déplacement d'une température maximum qui n'a rien de commun avec le transport d'une onde persistante.

sente pas une onde persistante et ne peut conduire à aucune vitesse de propagation : l'exemple est donc mal choisi pour déterminer une telle vitesse.

» Si la somme des deux termes ne satisfait pas à la condition imposée, chacun d'eux isolément y satisfait, de sorte que chacune des lois de déformation

$$u' = a \sin\frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{\lambda t}{T} - x\right), \quad u'' = a \sin\frac{2\pi}{\lambda'}\left(\frac{\lambda' t}{T'} - x\right)$$

est capable de donner lieu à une onde se propageant sans altération avec une vitesse égale à $\frac{\lambda}{T}$ ou $\frac{\lambda'}{T'}$, d'après l'identification avec la formule $F(x - at)$. Comme aucune restriction n'a été faite sur les coefficients de u' et u'' et que, dans ce genre de déformations, λ ou λ' représente rigoureusement la longueur d'onde, T ou T' la période du mouvement vibratoire considéré, on en conclut que la première des assertions de l'auteur est fausse et qu'au contraire, même dans les milieux doués de dispersion, la vitesse de propagation des ondes pour chaque espèce de lumière homogène est parfaitement déterminée et égale au rapport $\frac{\lambda}{T}$.

» Quant à la valeur (3) de la vitesse de propagation V que l'auteur substitue à $\frac{\lambda}{T}$, elle résulte d'une interprétation arbitraire de la fonction u mise sous la forme

$$u = 2a\cos 2\pi\left[\frac{x}{2}\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right) - \frac{t}{2}\left(\frac{1}{T'} - \frac{1}{T}\right)\right]\sin 2\pi\left[\frac{t}{2}\left(\frac{1}{T'} + \frac{1}{T}\right) - \frac{x}{2}\left(\frac{1}{\lambda'} + \frac{1}{\lambda}\right)\right]$$

L'auteur, sans paraître se préoccuper que les deux facteurs sont de la forme $F(x - at)$, s'attache surtout au premier, qu'il écrit $\cos 2\pi k(x - Vt)$, et en conclut la valeur (3) de V donnée ci-dessus; mais il arrive à ce résultat en adoptant une définition arbitraire de la vitesse de propagation, définition qui n'est pas explicitement formulée, mais qu'on peut reconstituer ainsi : dans un mouvement vibratoire dont l'amplitude varie avec le temps suivant une loi $A = f(x - Vt)$, la vitesse de propagation est la vitesse de transport de cette amplitude. En effet, on lit, page 879 :

« .... Cette amplitude est représentée à chaque instant par une sinusoïde qui se transporte avec la vitesse V.

» .... Ainsi, si le milieu est doué de dispersion, l'amplitude se transporte avec une vitesse qui n'est pas celle des ondes. »

» Cette dernière phrase montre clairement que l'auteur oppose la vitesse de transport des amplitudes à la vitesse de propagation des ondes.

» Si l'on se reporte à la définition des ondes persistantes, le raisonnement même employé par l'auteur conduit à la valeur connue $\frac{\lambda}{T}$ et non pas à V qu'il tire de sa démonstration. En effet,

« .... Si T' est très voisin de T, le facteur $2a\cos 2\pi k(x - Vt)$ varie très lentement par rapport à θ et à l (inverses des coefficients de t et x de l'autre facteur); il exprime l'amplitude du mouvement dont la période θ et la longueur d'onde l sont sensiblement égales à T et à λ. »

» L'amplitude du mouvement vibratoire pouvant être regardée comme constante pendant un nombre considérable de périodes ou de longueurs d'onde, la fonction qui le représente rentre sensiblement dans la forme $u = F(x - at)$, qui caractérise les ondes persistantes; et cela sera d'autant plus vrai que T' sera plus voisin de T, mais la valeur limite de a est $\frac{\lambda}{T}$ et non pas V (¹).

» Il ne reste donc rien des conclusions de l'auteur contre la signification du coefficient que les physiciens nomment *vitesse de la lumière*, ni contre les méthodes expérimentales employées à le déterminer. »

(¹) Au point de vue expérimental, l'exemple proposé représente l'*interférence* de deux mouvements vibratoires de période différente, ou encore le phénomène des *battements* acoustiques. L'auteur délaisse le phénomène à période courte, qui représente le son principal, pour s'attacher à la période secondaire, sorte d'inégalité séculaire, qui constitue le battement et substitue à la considération de la propagation de la vibration rapide celle du déplacement des points où l'intensité du mouvement résultant est la même; autrement dit, la vitesse de propagation des battements à la vitesse de propagation des ondes. Il y a même une complication de plus, qui rend l'interprétation de V singulièrement obscure : c'est que l'auteur passe au cas limite où les battements disparaissent, de sorte que le phénomène qui sert de définition s'est lui-même évanoui.

» Dans le cas des ondes lumineuses qui sont l'objet principal des recherches de l'auteur, le choix de ce phénomène d'interférence pour combattre les idées reçues est particulièrement malheureux; en effet, malgré leurs efforts, les physiciens ne sont, jusqu'à présent, jamais parvenus à obtenir l'interférence de deux rayons de longueur d'onde différente, interférence qu'ils auraient le plus grand intérêt à produire, de sorte que le phénomène sur lequel l'auteur base sa démonstration n'a jamais pu être réalisé.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les chlorhydrates de chlorures métalliques et sur la réduction des chlorures par l'hydrogène;* par **M. Berthelot**.

« 1. C'est une propriété commune à un grand nombre de chlorures métalliques, et plus générale qu'on ne l'a supposé jusqu'ici, que celle de se combiner avec les hydracides pour former des composés définis. On connaît depuis longtemps le chlorhydrate de chlorure d'or, le chlorhydrate de chlorure de platine. P. Boullay avait signalé autrefois deux chlorhydrates de chlorure de mercure [1], dont M. Rindell, savant finlandais, a repris l'étude dans mon laboratoire, au printemps de cette année : ses résultats n'ont pas encore été publiés; mais il me paraît nécessaire de les rappeler. L'accroissement de solubilité des chlorures de plomb, de cuivre (sel cuivreux), d'argent, dans l'acide chlorhydrique concentré, semble également dû à la formation de composés du même ordre.

» Or ces chlorhydrates me paraissant jouer un rôle essentiel dans un certain nombre de réactions, j'ai été conduit à en reprendre l'étude depuis quelques mois, au double point de vue chimique et thermique. Le sujet est riche; car beaucoup de chlorures, bromures, iodures métalliques s'unissent aux hydracides correspondants, pour former des corps cristallisés, en proportions multiples, souvent hydratés : la chaleur de formation de ces composés, depuis l'hydracide gazeux et l'eau liquide, ne surpasse pas beaucoup d'ordinaire celle qui répondrait à la simple dissolution dans l'eau de l'hydracide qui concourt à former le nouveau sel. Tandis que je poursuivais cette recherche, j'ai appris, par le dernier numéro des *Comptes rendus* (t. XCI, p. 986), que M. Ditte, à qui la Science doit tant de travaux intéressants, était entré de son côté, et à un point de vue différent, dans une voie analogue. Cette circonstance m'oblige à faire connaître, dès à présent, une partie de mes résultats.

» 2. Soit d'abord le *chlorhydrate de chlorure de cadmium*. Une solution de chlorure de cadmium, saturée à froid, est précipitée par son mélange avec une solution saturée d'acide chlorhydrique; le précipité formé d'abord ne renferme guère que du chlorure de cadmium, c'est-à-dire que

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXXIV, p. 344; 1827.

Il donne des formules qui répondent à 2HgCl, HCl; et 4HgCl, HCl. Le composé de M. Rindell renfermait 6HgCl, HCl + *n*HO. M. Ditte annonce HgCl, HCl.

la réaction initiale est à peu près la même que la précipitation du chlorure de sodium par l'acide chlorhydrique. Mais si l'on fait passer dans la liqueur un courant de gaz chlorhydrique, le chlorure se transforme en un nouveau composé, d'un aspect différent, en cristaux plus durs, plus brillants, et qui peuvent, dans certains cas, devenir volumineux et atteindre 5^{mm} à 6^{mm} en tous sens. Ce composé, isolé par décantation et séché rapidement sur une plaque poreuse, renferme l'acide chlorhydrique et le chlorure de cadmium à équivalents égaux ([1]) : $CdCl, HCl + 7HO$.

» Ce corps fume au contact de l'air et perd rapidement de l'acide chlorhydrique; en même temps les cristaux deviennent ternes et opaques, ils sont à l'état de dissociation; la chaleur les décompose. Cependant le chlorure de cadmium anhydre, lorsqu'il est fondu dans une atmosphère de gaz chlorhydrique, en absorbe, même à haute température, quelques traces : ce qui indique que l'intervalle des températures entre lesquelles la dissociation du chlorhydrate est comprise s'étend depuis la température ordinaire jusque vers le rouge sombre. Je reviendrai sur ce point.

» J'ai mesuré la chaleur de formation du chlorhydrate de chlorure de cadmium. Il suffit, à cet effet, de le dissoudre dans l'eau du calorimètre et de comparer sa chaleur de dissolution à celle de ses composants, jointe à la chaleur dégagée par le mélange des solutions.

» La dissolution du sel (191^{gr}) à $10^{o},6$ absorbe $-1^{Cal},16$.

» La dissolution du chlorure de cadmium anhydre, à une température voisine, dégage $+1^{Cal},5$; celle du gaz chlorhydrique : $+17^{Cal},4$. D'ailleurs $CdCl(1^{éq} = 2^{lit}) + HCl(1^{éq} = 2^{lit})$, à 11°, ont absorbé $-0^{Cal},04$.

» Il résulte de ces chiffres que la formation du nouveau chlorhydrate

$CdCl + HCl$ gaz $+ 7HO$ liquide, dégage...... $+20^{Cal},1$; eau solide : $+15^{Cal},0$.

Ces chiffres sont très considérables. Ils peuvent être conçus comme répondant à deux quantités : la chaleur dégagée par la formation du chlorhydrate lui-même, $CdCl + HCl$, et sa chaleur d'hydratation. La dissociation facile du composé ne m'a pas permis de l'obtenir anhydre; mais la chaleur d'hydratation proprement dite ne saurait être regardée comme très notable, si l'on observe que la formation de l'hydrate de chlorure de cadmium, $CdCl + 2HO$ dégage seulement $+1^{Cal},9$, à partir de l'eau liquide; $+0^{Cal},5$ depuis l'eau solide. Dans la formation du chlorhydrate, les $+15^{Cal},0$

([1])

	Analyse.	Théorie.
Cl total..................	37,4	37,2
Cl sous forme de HCl......	17,8	18,6

dégagées à partir de l'eau solide paraissent donc devoir être attribuées presque en totalité à l'union du gaz chlorhydrique et du chlorure.

» J'ai également préparé un *bromhydrate de bromure de cadmium*, en beaux cristaux, analogues aux précédents.

» L'iodure de cadmium sec absorbe une proportion sensible de gaz iodhydrique. Le même corps est extrêmement soluble dans une solution saturée d'acide iodhydrique, et la liqueur refroidie à -25° a déposé un beau composé cristallin, qui s'est liquéfié sur les plaques poreuses à l'aide desquelles on cherchait à l'isoler, en laissant quelque peu d'une substance jaunâtre, cristalline, anhydre, renfermant 5,3 pour 100 d'acide iodhydrique. C'est l'indice d'un iodhydrate dissocié.

» 3. Le chlorhydrate de chlorure de plomb, signalé par l'accroissement de solubilité de ce sel dans l'acide chlorhydrique concentré, n'a pas pu être isolé sous forme cristallisée, même par refroidissement.

» Mais j'ai obtenu facilement un *iodhydrate d'iodure de plomb* cristallisé, en saturant d'acide iodhydrique la bouillie formée avec de l'eau et de l'iodure de plomb. Ce dernier se dissout d'abord abondamment, la liqueur s'échauffe, et, par refroidissement, elle laisse déposer des cristaux qui répondent à la formule suivante (1) : $2PbI, HI + 10HO$.

» Ces cristaux sont jaunes, plus clairs que l'iodure de plomb, avec lequel leur aspect et leur richesse en iode permettraient de les confondre aisément. Au contact de l'air et de la lumière, ils perdent de l'acide iodhydrique et se colorent en rouge, par suite d'une certaine mise à nu d'iode. La chaleur les détruit, en laissant de l'iodure de plomb.

» Traités par vingt-cinq fois leur poids d'eau, ou davantage, ils se décomposent en iodure de plomb insoluble et acide iodhydrique.

» L'expérience faite avec $17^{gr},931$ et $6^{gr},206$, et 400^{gr} d'eau à $11^{\circ},3$, a donné une absorption de $-3^{Cal},8$ pour 679^{gr}. Par suite

$2PbI + HI$ gaz $+ 10HO$ liquide, dégage......... $+23^{Cal},3$; eau solide : $+16,1$.

» On remarquera l'absorption de chaleur produite au moment où le composé est détruit par l'eau : absorption attribuable à la liquéfaction de l'eau solidifiée dans l'hydrate; ceci s'applique aussi au composé suivant.

(1)

	Analyse.	Théorie.
I total	55,9	56,1
I sous forme de HI	17,9	18,0
Pb	30,4	30,5

» 4. J'ai également isolé un *iodhydrate d'iodure d'argent*. Dès 1856, M. H. Sainte-Claire Deville avait signalé en passant (*Comptes rendus*, t. XLII, p. 895) l'existence d'un tel composé. L'iodure d'argent se dissout très abondamment dans l'acide iodhydrique; la liqueur obtenue, abandonnée à l'air, dégage peu à peu une portion de l'hydracide, et à un certain moment il se produit de belles lamelles cristallines, transparentes, répondant à la formule (¹) 3AgI, HI + 14HO.

» La lumière et l'air les altèrent en les jaunissant. La chaleur régénère l'iodure d'argent. L'eau les décompose en acide iodhydrique, qui se dissout, et iodure d'argent, qui se précipite. En présence de 70 parties d'eau à 11°,3, cette réaction a absorbé : $-2^{Cal},1$ pour 958^{gr}. Par suite,

3AgI + HI gaz + 14HO dégage.......... $+21^{Cal},6$; eau solide : +11,6.

» Ce composé n'est pas le seul : il en existe un autre, extrêmement soluble dans l'acide iodhydrique, et qui n'a pu être isolé, même au moyen d'un mélange réfrigérant. L'iodure d'argent sec lui-même absorbe quelques traces de gaz iodhydrique (composé anhydre dissocié).

» 5. Les faits précédents suffisent pour montrer la généralité de cet ordre de combinaisons, formé entre les hydracides et les sels métalliques dérivés des éléments halogènes. Ces composés rappellent par leur existence, aussi bien que par la grandeur de leur chaleur de formation, les acides complexes qui dérivent de l'association de l'acide cyanhydrique et des cyanures métalliques (²); ils sont de même les types de certaines séries de sels doubles. On peut les comparer plus justement encore aux fluorhydrates de fluorures et aux sulfhydrates de sulfures.

» 6. Si j'insiste sur cet ordre de composés, c'est qu'ils jouent un rôle important dans la Mécanique chimique, en raison de leur chaleur de formation, qui est considérable, et de leur état de dissociation. En effet, la chaleur de formation des chlorhydrates de chlorures détermine un grand nombre de réactions jusqu'ici inexpliquées. Je citerai, par exemple, la décomposition du protochlorure de mercure par l'acide chlorhydrique bouillant et même froid, avec production de mercure métallique et de bichlorure :

$$Hg^2Cl + nHCl = HgCl, nHCl + Hg.$$

(¹)

	Analyse.	Théorie.
AgI..................	73,5	73,6
HI excédant............	12,5	13,3

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. V, p. 461 à 470.

» La décomposition du protochlorure de mercure, envisagée isolément, entraînerait une absorption de chaleur très notable :

$$Hg^2Cl = HgCl \text{ solide} + Hg \text{ liquide, absorbe} \ldots -9^{Cal},5.$$

Le protochlorure ne donne aucun signe de dissociation, aux températures auxquelles s'opère la réaction. Mais ce qui la détermine, c'est, je crois, la formation du chlorhydrate de chlorure, formation accompagnée par un dégagement de chaleur supérieur à $9^{Cal},5$ (sel solide), d'après les mesures inédites de M. Rindell.

» La même interprétation, fondée sur la chaleur de génération de certains chlorures doubles, rend compte de la transformation du calomel en sublimé corrosif sous l'influence des chlorures alcalins, transformation qui a donné lieu, comme on sait, à des empoisonnements.

» 7. La formation des chlorhydrates de chlorures métalliques joue également quelque rôle dans la réduction des chlorures métalliques par l'hydrogène. La plupart des métaux, même le cuivre, le plomb, l'argent et jusqu'au mercure [1], décomposent le gaz chlorhydrique, dans des conditions de température convenables : ce qui s'explique par ce que la chaleur de formation des chlorures métalliques l'emporte sur celle de l'acide chlorhydrique (en tenant compte, autant que possible, de l'état gazeux de cet acide et de l'hydrogène, comparé à l'état solide ou liquide du chlorure et du métal). Mais on sait aussi que l'hydrogène réduit en sens inverse un grand nombre de chlorures métalliques, avec régénération d'acide chlorhydrique et de métal. L'existence de ces deux actions inverses, réglées par les conditions de masse relatives et d'élimination des produits, a été signalée dès l'origine de la Chimie moderne. Elle n'est nullement contraire aux principes de la Thermochimie, *à la condition que les actions inverses puissent s'accomplir toutes les deux avec dégagement de chaleur ;* c'est-à-dire à partir des produits différents qui coexistent dans l'état de dissociation [2]. Je vais faire l'application de ces notions à divers cas caractéristiques.

» L'iodure de cadmium, le bromure de cadmium, le chlorure de cadmium, chauffés vers le rouge dans un courant d'hydrogène, éprouvent une réduction partielle, d'ailleurs fort incomplète : il se dégage de l'hydracide, mêlé avec un grand excès d'hydrogène, en même temps qu'il se sublime du

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 523 à 528.

(2) Voir le même Ouvrage, t. II, p. 527 et 439.

cadmium, mêlé avec un grand excès du chlorure, bromure, iodure métallique; le derniers sels contiennent une certaine proportion de sous-sels jaunes formés simultanément. Ces réductions ne seraient pas explicables par les chaleurs de formation des sels haloïdes du cadmium, mesurées à la température ordinaire. Mais il convient d'observer d'abord que ces chaleurs doivent éprouver au rouge des changements considérables, par suite de l'état gazeux des sels haloïdes et du métal, et aussi par suite des variations inconnues des chaleurs spécifiques, variations d'autant plus admissibles que le chlore et le brome gazeux n'obéissent pas à la loi de Dulong et que leur densité diminue bien plus vite, à mesure que la température s'élève, que celle des autres gaz, d'après M. V. Meyer.

» Ces réserves faites, disons que les chaleurs de formation de l'iodure et du bromure de cadmium, quelles qu'elles soient, n'interviennent pas dans la réduction apparente de ces sels par l'hydrogène. En effet, ces deux sels, chauffés séparément dans une atmosphère d'azote pur, les conditions étant les mêmes que ci-dessus, donnent lieu à une séparation très sensible d'iode libre pour l'un, de brome libre pour l'autre : ils sont dissociés. Dès lors, l'action de l'hydrogène s'exerce sur le brome et sur l'iode libres, auxquels il se combine; elle se borne à en accélérer l'élimination, sans qu'il soit nécessaire de faire entrer en compte l'énergie nécessaire pour séparer le brome du bromure, ou l'iode de l'iodure. C'est l'acte de l'échauffement qui fournit cette énergie, comme dans toute décomposition pyrogénée.

» La décomposition du bromure de cadmium ne saurait être qu'activée par le concours des énergies auxiliaires, dues à la formation de quantités sensibles de sous-bromure d'une part, et de bromhydrate de bromure d'autre part, composés qui sont eux-mêmes d'ailleurs en partie dissociés. De même pour l'iodure de cadmium.

» Quant au chlorure de cadmium, il ne m'a pas fourni de trace de chlore libre, lorsque je l'ai chauffé dans les mêmes conditions ménagées, au sein d'un courant d'azote pur. Mais la formation des composés secondaires, celle du chlorhydrate notamment, aux dépens du chlorure, et l'intervention de l'énergie supplémentaire qui en résulte sont susceptibles d'expliquer la réduction partielle observée, conformément à l'équation

$$2\,\mathrm{CdCl} + \mathrm{H} = \mathrm{CdCl, HCl} + \mathrm{Cd}.$$

» Le chlorhydrate ainsi formé [1], si faible qu'en soit la proportion à

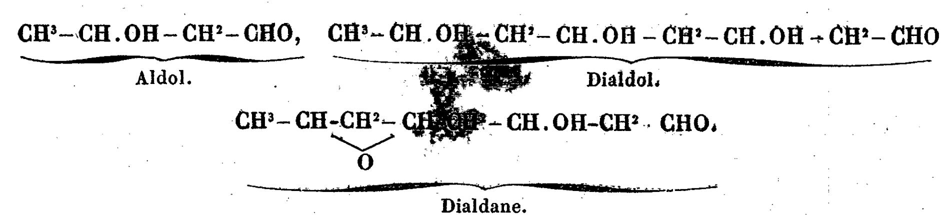
[1] Sans préjudice d'un sous-chlorure, dont il est parlé pour mémoire, parce que sa chaleur de formation est inconnue; le rôle de ce corps dissocié serait analogue.

chaque instant, explique la réduction, parce qu'il se décompose à mesure et se régénère sans cesse, aux dépens de nouvelles doses de chlorure métallique et d'hydrogène. Les réductions du chlorure de plomb, du chlorure d'argent, etc., par l'hydrogène, paraissent dues à un mécanisme analogue. Ce mécanisme est très général en Chimie et il montre toute l'importance de ces composés secondaires et peu stables, dont l'étude avait été négligée jusqu'à présent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une base oxygénée, dérivée de l'aldol.* Note de M. AD. WURTZ.

« J'ai décrit, il y a quelque temps, sous le nom de *dialdane*, un produit résultant de la condensation de l'aldol, et qui dériverait du dialdol, par perte d'une molécule d'eau (¹). Ce produit, qu'il est facile d'obtenir pur en le faisant cristalliser plusieurs fois dans l'eau, réagit sur l'ammoniaque à 100°. On l'enferme dans d'épais matras en verre vert, avec un excès d'ammoniaque aqueuse, et l'on chauffe pendant deux jours au bain-marie. Le dialdane, peu soluble dans l'eau froide, se dissout d'abord, et la solution laisse déposer bientôt une matière résineuse incolore. C'est la nouvelle base. Une portion notable demeure en dissolution dans l'eau et se précipite lorsqu'on soumet la solution ammoniacale à l'ébullition. Après le dégagement de l'ammoniaque, on filtre la liqueur bouillante, et l'on réunit la masse blanche précipitée au dépôt résineux mentionné plus haut. On dissout le tout dans l'éther, et, après avoir chassé ce dernier, on dessèche le résidu dans le vide. La matière se boursoufle et forme, après dessiccation, une masse transparente et amorphe, qui se détache facilement sous forme d'écailles ou de lamelles parfaitement incolores.

(¹) Le dialdane, fournissant un acide monobasique par l'oxydation (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 1260), ne renferme qu'un seul groupe aldéhydique CHO; il possède probablement une constitution analogue à celle qui est exprimée par la formule ci-dessous :



» On a analysé la matière ainsi obtenue, et qui avait été précipitée d'abord par l'ébullition de la solution aqueuse.

	Trouvé.	Théorie.
Carbone	64,7	64,8
Hydrogène	9,76	9,4
Azote	10,15 [1]	9,4

» Ces nombres s'accordent sensiblement avec la formule $C^{16}H^{28}Az^2O^3$. La réaction qui donne naissance à la nouvelle base est représentée par l'équation suivante :

$$\underbrace{2C^8H^{14}O^3}_{\text{Dialdane.}} + 2AzH^3 = C^{16}H^{28}Az^2O^3 + 3H^2O.$$

Cette base est très soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. La solution aqueuse est très amère et présente une réaction alcaline prononcée. Longtemps abandonnée à elle-même, elle se trouble et laisse précipiter une matière blanche amorphe, insoluble dans l'eau, qui paraît présenter la même composition que la base soluble elle-même. Cette solution aqueuse possède aussi la propriété singulière de se coaguler par l'ébullition; le corps précipité à chaud (et dont l'analyse a été donnée plus haut) se dissout de nouveau après le refroidissement. Le chlorhydrate de la base oxygénée a été obtenu de la façon suivante.

» Dans la solution éthérée de cette base, on a dirigé avec précaution un courant lent de gaz chlorhydrique. On obtient un dépôt incolore, poisseux, qui, séparé de l'eau mère éthérée et évaporé dans une atmosphère desséchée par l'acide sulfurique, se prend en une masse jaunâtre, fendillée, qui se divise facilement en une poudre grenue : c'est le chlorhydrate; il est très soluble dans l'eau, déliquescent, et présente la composition suivante, après avoir été séché dans le vide à 75° :

	I.	II.	Théorie.
Carbone	51,6	52,2	52,1
Hydrogène	8,55	8,58	8,1
Azote	»	7,90	7,5
Chlore	16,56	17,14	19,2

» Ces chiffres conduisent à la formule $C^{16}H^{28}Az^2O^3, 2HCl$; seulement

[1] Il y a un petit excès d'azote. Un autre échantillon m'a donné 10,45 d'azote. Le chlorhydrate sec repris par l'alcool absolu a laissé deux fois une petite quantité de sel ammoniac.

ceux trouvés pour le chlore ne sont pas corrects : il est possible que le chlorhydrate perde par la dessiccation une portion de son acide chlorhydrique. Un échantillon provenant d'une autre préparation a été analysé après dessiccation dans l'acide sulfurique. Chauffé ensuite dans le vide à 75°, il a perdu 5,8 pour 100 d'eau. Défalcation faite de cette eau, le chlorhydrate sec renfermait :

Carbone	53,5
Hydrogène	8,1
Azote	8,1
Chlore	17,3

» La solution aqueuse du chlorhydrate présente une réaction acide. Elle ne précipite pas le chlorure de mercure et donne avec le chlorure platinique un faible précipité possédant l'apparence du chloroplatinate d'ammonium et provenant sans doute d'une trace de sel ammoniac mélangé. Avec le chlorure d'or, elle donne un abondant précipité caillebotté soluble dans l'alcool.

» J'ajoute que dans une de mes préparations la solution éthérée de la base brute a laissé déposer des cristaux soyeux très déliés. Je n'en ai pas recueilli une quantité suffisante pour pouvoir en faire l'analyse.

» On voit que la base oxygénée dérivée du dialdane se rapproche, par sa composition et aussi par l'amertume de sa solution et de son chlorhydrate, des bases oxygénées naturelles. Le dialdane est une aldéhyde, et il n'est pas impossible que des corps de ce genre interviennent dans les synthèses naturelles de bases oxygénées. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des effets de l'arrachement de la partie intra-cranienne du nerf glosso-pharyngien.* Note de M. VULPIAN.

« On peut, sur le chat, enlever, par avulsion et d'une façon isolée, la partie intra-cranienne du nerf glosso-pharyngien et le ganglion d'Andersch, que contient ce nerf au niveau du trou déchiré postérieur. Il est donc possible d'étudier, à l'aide de ce procédé, l'influence de ce nerf sur la sécrétion des glandes salivaires et sur la circulation des diverses régions de la membrane muqueuse buccale.

» Quels sont, à ces points de vue, les résultats de l'opération dont il s'agit? Sur des chats ainsi opérés, j'ai soumis à la faradisation l'intérieur de la caisse du tympan du côté du nerf arraché. On sait que cette faradisation provoque, dans l'état normal, uue sécrétion abondante de la salive

parotidienne et de la salive sous-maxillaire (et des autres salives), en même temps qu'une vive congestion de la membrane muqueuse buccale du même côté, y compris la membrane muqueuse de la langue, dans toute l'étendue de la moitié correspondante; je dois, toutefois, faire observer que les phénomènes congestifs sont moins nets, chez le chat, pour la membrane muqueuse de la joue et des gencives, et même pour celle de la région postérieure de la langue, que chez d'autres animaux, que chez le chien par exemple. Or, chez les chats sur lesquels la partie centrale du nerf glosso-pharyngien avait été arrachée depuis sept à quinze jours, la faradisation de la caisse du tympan, faite à l'aide d'un courant d'intensité moyenne, pendant dix à quinze secondes, après la mise à découvert et la section du canal de Stenon et du canal de Wharton, détermine dès les premiers moments une sécrétion abondante de salive sous-maxillaire, mais est sans effet sur la glande parotide (côté de l'arrachement). Une rougeur vive se produit sur la moitié correspondante de la langue, très prononcée dans toute la partie innervée par le nerf lingual, douteuse dans la région postérieure innervée par le glosso-pharyngien. Si l'on pratique la faradisation de la caisse du tympan du côté opposé, après avoir mis aussi à découvert les deux principaux canaux salivaires de ce côté, on constate un écoulement immédiat de la salive sous-maxillaire et de la salive parotidienne. Quant aux phénomènes vaso-dilatateurs qu'offre la membrane muqueuse de la cavité buccale, à la suite de cette faradisation, ils sont semblables à ceux qui se sont manifestés dans l'autre moitié de cette cavité après la faradisation de la caisse du tympan du côté opéré. La région postérieure de la face supérieure de la langue rougit cependant un peu plus nettement du côté intact que de l'autre côté.

» En somme, la différence entre les résultats de la faradisation, faite dans les deux cas à l'aide d'un courant de moyenne intensité, consiste à peu près exclusivement dans l'action excito-sécrétoire de cette faradisation sur la glande parotide du côté intact, action qui ne se produit pas du côté où le nerf glosso-pharyngien a été arraché.

» Si l'on fait usage d'un courant de forte intensité, cette différence s'efface, et l'on voit des gouttes de salive sortir du canal de Sténon du côté opéré, lorsqu'on faradise la caisse du tympan de ce côté; l'écoulement est toutefois moins rapide que celui qui a lieu du côté opposé.

» Il paraît probable, d'après ces résultats, que le filet du rameau de Jacobson, qui se rend à la glande parotide, ne subit pas une altération anatomique notable dans les ramuscules qu'il fournit à cette glande, bien

que son excitabilité soit diminuée; un examen microscopique, d'ailleurs incomplet, de ces ramifications, ne m'a pas permis d'y trouver des fibres altérées.

» La corde du tympan, du côté de l'opération, reste absolument saine; on n'y constate pas une seule fibre en voie d'altération. Elle ne subit, en un mot, aucune modification, soit anatomique, soit physiologique.

» L'arrachement du nerf glosso-pharyngien ne paraît pas modifier d'une façon bien appréciable, chez le chat, l'influence des nerfs qui agissent comme vasodilatateurs directs sur la membrane muqueuse de la cavité buccale, sauf, bien entendu, ce qui concerne les effets de l'excitation de ce nerf lui-même sur la région postérieure de la face dorsale de la langue. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur quelques animaux de Madagascar*; par M. ALPH. MILNE EDWARDS.

« La faune malgache, malgré les nombreuses études dont elle a été l'objet, est loin d'être complètement connue, et chaque année les voyageurs qui explorent la grande île africaine nous révèlent l'existence de quelques espèces nouvelles. Le Muséum d'Histoire naturelle vient de recevoir de Madagascar une collection fort importante et riche en objets rares ou inconnus; elle lui a été offerte par M. Humblot, qui a surtout exploré, sur la côte est, la région comprise entre Foulepointe et le lac d'Alaoutre. De nombreuses séries de Mammifères et d'Oiseaux, préparés par ce voyageur, permettent de suivre les modifications dont chaque espèce est susceptible et auxquelles on attacherait certainement beaucoup trop d'importance si on les trouvait isolées. L'Indris, le plus grand des Lémuriens, est représenté par un grand nombre d'exemplaires tués dans les mêmes forêts et dans les mêmes conditions; les uns ressemblent complètement à l'*Indris brevicaudatus* rapporté par Sonnerat en 1782 et décrit par Et. Geoffroy, d'autres ont la tête en partie blanche et présentent les caractères assignés par M. Peters à son *Indris mitratus*, d'autres enfin établissent un passage entre ces deux formes extrêmes. Les Propithèques à diadème (*Propithecus diadema* Ben.) sont loin d'être tous semblables entre eux : on en voit dont la poitrine porte une large tache brune, quelques-uns ont la partie supérieure du corps d'un jaune légèrement grisâtre, tandis que d'autres sont d'un gris ardoisé foncé. Chez les Makis varis (*Lemur varius* Geoff.) de cette région, la robe est constamment noire et blanche, et l'on ne rencontre pas la variété rousse désignée

par les zoologistes sous le nom de *Lemur ruber*. Sur un nombre considérable de Makis ordinaires, on peut reconnaître tous les intermédiaires entre ceux à tête blanche ou *Lemur albifrons* (Geoff.), et ceux à tête foncée, appelés, d'après Linné, *Lemur mongoz;* évidemment ils appartiennent tous à la même espèce. Plusieurs Chauves-Souris n'étaient pas connues; j'indiquerai d'abord deux espèces remarquables par la complication des appendices cutanés de la face et appartenant au genre *Triænops;* elles se distinguent du seul Triænops propre à l'Afrique (*Triænops afer* Peters) par la forme lancéolée et simple de la feuille centrale du nez et du Triænops de Perse (*Triænops persicus* Dob.) par la disposition des conques auditives, dont le bord interne est plus profondément échancré. L'un de ces Triænops, que j'ai désigné sous le nom de *T. rufus,* se reconnaît facilement à la couleur rousse de son pelage; l'autre (*Triænops Humbloti*) est un peu plus grand, et son poil est d'un gris qui rappelle la teinte de nos Rhinolophes. Une très grosse Chauve-Souris, du genre *Scotophilus* (*Sc. robustus*), se distingue de toutes les espèces déjà décrites; elle est de près d'un quart plus grande que le *Sc. borbonicus;* sa tête est relativement plus grosse, l'oreillon est long et effilé, le poil est partout d'un brun fuligineux. Un petit *Vesperus* (*V. Humbloti,* nov. sp.) se rapproche beaucoup du *V. minutus,* mais ses dimensions sont plus fortes et ses dernières vertèbres caudales sont complètement incluses dans la membrane interfémorale.

» La liste que je donne ci-dessous des Mammifères rapportés par M. Humblot [1] permet de se faire une idée exacte de la répartition des espèces dans la région explorée par ce voyageur.

---

[1] 1. Indris brevicaudatus (E. Geoff.). — 2. Id. var. mitratus (Peters). — 3. Propithecus diadema (Ben.). — 4. Avahis laniger (Jour). — 5. Hapalemur simus (Gray.). — 6. H. olivaceus (Geoff.). — 7. Lepilemur mustelinus (Geoff.). — 8. Lemur varius (Geoff.). — 9. Lemur mongoz (L.), var. albifrons. — 10. Id., var. melanocephala (Gr.). — 11. Chirogalus medius (Geoff.). — 12. Microcebus rufus (Geoff.). — 13. Phaner furcifer (Gerv.). — 14. Chiromys madagascariensis (Gm.). — 15. Pteropus Edwardsii (Geoff.). — 16. Phyllorhina Commersoni (G.). — 17. Triænops rufus (nov. sp.). — 18. T. Humbloti (nov. sp.). — 19. Vesperus Humbloti (nov. sp.). — 20. Scotophilus robustus (nov. sp.). — 21. Miniopterus Schreibersii (Nat.). — 22. Emballonoura atrata (Pet.). — 23. Taphozous mauritianus (Geoff.). — 24. Rhinopoma microphyllum (Geoff.). — 25. Nyctinomus leucogaster (Grand.). — 26. N. angolensis (Pet.). — 27. Eupleres Goudoti (Dog.). — 28. Hemicentetes madagascariensis (Shaw). — 29. Cryptoprocta ferox (Benn.). — 30. Viverra Schlegeli (Pollen). — 31. Viverra fossa (Geoff.). — 32. Galidia elegans (Geoff.). — 33. Galidia concolor (Geoff.). — 34. Galidictis striata (Geoff.).

» Les Oiseaux sont très variés; j'en donne aussi l'énumération ([1]) et je n'insisterai que sur ceux qui présentent le plus d'intérêt. Je citerai d'abord une grande et belle espèce d'Échassier appartenant au genre Bec-ouvert

---

([1]) 1. Coracopsis obscura (L.). — 2. Psittacula cana (Gm.). — 3. Buteo brachypterus (Pelz). — 4. Falco concolor (Tem.). — 5. Falco zoniventris (Schl.). — 6. Tinnunculus Newtonii (Gurn.). — 7. Milvus parasitus (Daud). — 8. Baza madagascariensis (Sm.). — 9. Astur Francesii (Sm.). — 10. Elanus cœruleus. — 11. Circus macroscelis? (New.). — 12. Polyboroides radiatus (Scop.). — 13. Asio capensis (Sm.). — 14. Asio madagascariensis (Sm.). — 15. Strix flammea (Lin.). — 16. Coua serriana (Puch.). — 17. Coua Reynaudii (Puch.). — 18. Coua cristata (Lin.). — 19. Coua madagascariensis (Gm.). — 20. Centropus madagascariensis (Brisson). — 21. Eurystomus madagascariensis (Lin.). — 22. Leptosomus discolor (Herm.). — 23. Brachypteracias leptosomus (Less.). — 24. B. squamigera (Lafr.). — 25. Atelornis pittoides (Lafr.). — 26. Corythornis vintsioides (Lat.). — 27. Ispidina madagascariensis (Brisson). — 28. Merops superciliosus (Lin.). — 29. Caprimulgus madagascariensis (Sganz.). — 30. C. enarratus (Gray). — 31. Cypselus parvus (Sch.). — 32. Upupa epops (L.). — 33. Upupa marginata (Pet.). — 34. Nectarinia souimanga (Gm.). — 35. N. notata (Mull.). — 36. Neodrepanis coruscans (Shar.). — 37. Zosterops madagascariensis (Lin.) — 38. Philepitta castanea (Mull.). — 39. Hypherpes corallirostris (New.). — 40. Ellisia typica (Hart). — 41. E. Lantzii (Grand). — 42. E. madagascariensis (Hart). — 43. Motacilla flaviventris (J. Verr.). — 44. Bernieria madagascariensis (Gm.). — 45. B. zosterops (Sharp.). — 46. Pratincola torquata (Sch.). — 47. Saxicola isabellina. — 48. Copsychus albospecularis (Lafr.). — 49. Hypsipetes madagascariensis (Briss.). — 50. Tylas Eduardi (Hart). — 51. Dicrurus forficatus (Lin.). — 52. Artamia leucocephala (Gm.). — 53. Leptopterus viridis (Briss.). — 54. Cyanolanius bicolor (Lin.). — 55. Mystacornis Crosseleyi (Sh.). — 56. Pseudobias Wardi (Sh.). — 57. Terpsiphone mutata (Hart). — 58. Campephaga cinerea (Briss.). — 59. Calicalicus madagascariensis (L.). — 60. Vangacurvirostris (Gm.). — 61. Lantzia rufa (Briss.). — 62. Euryceros Prevosti (Less.). — 63. Hartlaubia madagascariensis (L.). — 64. Ploceus pensilis (Gm.). — 65. Spermestes nana (Puch.). — 66. Funingus madagascariensis (L.). — 67. Turtur picturatus (Tem.). — 68. Margaroperdix striata (Gm.). — 69. Turnix nigricollis (Gm.). — 70. Porphyrio madagascariensis (Gm.). — 71. Fulica cristata (Gm.). — 72. Gallinula chloropus (L.). — 73. Parra albinucha (Geoff.). — 74. Rallus gularis (Cuv.). — 75. Canirallus griseifrons (Gr.). — 76. Biensis madagascariensis (Verr.) — 77. Mesites variegata (des Murs). — 78. Ardea cinerea (L.). — 79. A. purpurea (L.). — 80. A. alba (L.). — 81. A. ardesiaca (Wagl.). — 82. A. podiceps (Bp.). — 83. Nycticorax europæus (St.). — 84. Scopus umbretta (Gm.). — 85. Anastomus madagascariensis (nov. sp.). — 86. Platalea tenuirostris (Tem.). — 87. Ibis falcinellus (L.). — 88. Lophotibis cristata (Gm.). — 89. Himantopus candidus (Bonn.). — 90. Gallinago Bernieri (Puch.). — 91. Charadrius tricollaris (Vi.). — 92. Sarcidiornis africana (Eyt.). — 93. Nettapus auritus (Bodd.). — 94. Dendrocygna major (Jerd.). — 95. Anas Melleri (Scl.). — 96. Querquedula hottentota (Sm.). — 97. Aythia nyroca (Gm.). — 98. Thalassornis leuconota (Gm.). — 99. Podiceps Pelzelnii (Hart.). — 100. P. minor (L.). — 101. Plotus melanogaster (Gm.).

ou *Anastomus*, et très différente de l'espèce africaine décrite depuis longtemps sous le nom de Bec-ouvert à lames (*A. lamelliger* Tem.). Notre Oiseau est plus petit que celui du continent; son bec est plus faible, moins arqué en dessus dans le sens de sa longueur et sillonné de cannelures longitudinales et parallèles, d'autant plus profondes que l'Oiseau est plus avancé en âge. Ces cannelures sont remplacées chez l'*A. lamelliger* par des stries fines et peu apparentes. J'ai donné à cette espèce si bien caractérisée le nom d'*Anastomus madagascariensis*. La Huppe d'Europe (*Upupa epops* L.) a été trouvée près de Foulepointe, à côté de la Huppe marginée (*U. marginata*, Peters). Le Traquet isabelle (*Saxicola isabellina*, Rupp.) de la côte est de l'Afrique, et l'*Elanus cæruleus*, déjà connu en Afrique, en Asie et en Europe, ont aussi été tués dans cette région et doivent être ajoutés à la liste des Oiseaux de Madagascar.

» M. Humblot a également rapporté au Muséum plusieurs animaux vivants dont les mœurs sont à peine connues. Grâce à ses soins, on peut aujourd'hui voir dans notre Ménagerie deux Aye-ayes. L'étude de ce singulier Mammifère présente une véritable importance, à raison de la singularité de son organisation et de son extrême rareté. Sonnerat, le premier, découvrit cette espèce en 1780 et il déposa au Muséum la dépouille d'un Aye-aye, qui est resté jusqu'en 1844 le seul représentant connu de ce groupe. A cette époque notre galerie s'est enrichie d'un second exemplaire, et ce n'est que depuis quelques années seulement que les grands musées de l'Europe ont pu se procurer cette espèce. Les caractères les plus disparates se trouvent réunis chez elle et expliquent jusqu'à un certain point qu'elle ait été classée tantôt avec les Rongeurs, tantôt avec les Quadrumanes.

» Le genre *Hapalemur* est représenté maintenant à la Ménagerie par deux espèces : *H. simus* (Gray) et *H. olivaceus* (Geoff.). Ces derniers diffèrent beaucoup plus des Makis qu'on ne le croyait. Les conditions dans lesquelles ils vivent, leur régime, leur voix, leurs allures sont autres. C'est au milieu des bambous qu'on les trouve; ils se nourrissent des jeunes pousses de ces plantes, et, quand ils sont au bord de l'eau, ils n'hésitent pas à nager pour fuir les chasseurs. Ils se tiennent d'ordinaire assis, leurs pattes de devant rapprochées du corps et leurs mains pendantes; leur cri est un gémissement triste, semblable à celui d'un enfant. L'*Hapalemur simus* est plus grand et en quelque sorte plus Maki que ses congénères; ses longues pattes lui permettent de sauter avec une grande agilité. Il se mêle volontiers aux *Mongous*, tandis que l'*H. olivaceus* semble avoir pour ces animaux une antipathie marquée. Un *Chirogale lucifer*, des Microcèbes nains et des Makis

de diverses espèces complètent la série des Lémuriens vivants que nous devons à M. Humblot. Je dois mentionner encore une paire de ces Chats plantigrades que les naturalistes désignent sous le nom de *Cryptoprocta ferox*, plusieurs Genettes de Schlegel, une Galidie élégante et de nombreux Oiseaux. »

BOTANIQUE. — *Ordre de naissance des premiers vaisseaux dans l'épi des* Lolium (première partie); par M. A. Trécul.

« J'ai déjà noté que le rachis de l'épi des *Lolium* se rattache au IIIe type de structure que j'ai décrit à la page 212 du Tome XC des *Comptes rendus*. Ce rachis est comprimé suivant les faces sur lesquelles sont insérés les épillets, mais ces faces sont fortement renflées sur les côtés, pour constituer l'enfoncement dans lequel est fixé chaque épillet. Dans chaque côté de ce rachis comprimé naît d'abord un faisceau principal ou primaire, puis ordinairement de chaque côté de celui-ci apparaît un faisceau secondaire. D'autres faisceaux se montrent ensuite sur les faces; mais il naît en outre plus tard, surtout dans les côtés dilatés, des fascicules de troisième ordre plus grêles et plus externes que les premiers formés; il s'en développe aussi quelques-uns en arrière ou en dehors de l'insertion des épillets (*Lolium italicum*, etc.).

PREMIERS VAISSEAUX DU RACHIS.

» Le premier vaisseau qui apparaît dans le jeune épi naît libre par les deux bouts, à des hauteurs variables, dans l'intérieur de l'un des deux faisceaux primaires du rachis. Voici quelques exemples.

» I. Un épi de *Lolium perenne cristatum*, haut de $2^{mm},35$, avait un tel vaisseau, long de $0^{mm},30$, situé à peu près exactement au milieu de la hauteur du rachis.

» II. Un autre épi de *Lolium perenne*, haut de $2^{mm},60$, ayant neuf épillets dans la série A et huit dans la série A', les plus grands étant au milieu, avait un court vaisseau dans la région moyenne, au niveau des épillets sixième et septième de la série A.

» III. Dans un épi de *Lolium temulentum*, haut de $2^{mm},25$, ayant huit épillets dans chaque série, il y avait un seul vaisseau étendu dans la région moyenne, depuis le niveau du cinquième épillet de la série A jusqu'au niveau de l'aisselle du septième épillet.

» IV. Dans un autre épi du *Lolium temulentum*, haut de $2^{mm},30$, avec huit épillets dans chaque série, le premier vaisseau s'étendait de la hauteur du quatrième épillet à celle du septième de la série A.

» V. Un épi de *Lolium italicum*, haut de $2^{mm},45$, ayant onze épillets de chaque côté, avait un vaisseau étendu depuis le niveau du deuxième épillet de A jusqu'à celui du sixième. Il faut noter que dans cet épi c'étaient précisément les épillets troisième, quatrième et cinquième d'en bas qui étaient les plus grands.

» VI. Un épi de *Lolium perenne*, haut de $2^{mm},50$, ayant huit épillets dans la série A et sept dans la série A', avait un vaisseau dans chacun des deux faisceaux primaires. L'un s'étendait depuis le niveau du deuxième épillet d'en bas jusqu'à la hauteur du septième épillet de la série A; l'autre vaisseau, plus court, ne descendait qu'au niveau du quatrième épillet de la série A.

» Dans les exemples qui précèdent, les épis qui n'avaient qu'un seul vaisseau étaient hauts de $2^{mm},25$ à $2^{mm},60$.

» L'époque de l'apparition du premier vaisseau est assez variable dans le *Lolium italicum*. Dans l'exemple n° V, l'épi, haut de $2^{mm},45$, avait déjà un vaisseau assez long, tandis que des épis de $2^{mm},95$, $3^{mm},05$, $3^{mm},50$, $4^{mm},20$, étaient encore dépourvus de vaisseaux. De plus, des épis de la même espèce, longs de $4^{mm},50$, $5^{mm},50$, 6^{mm}, $6^{mm},60$, n'avaient qu'un seul vaisseau dans chacun des deux faisceaux primaires. Dans l'épi de $6^{mm},60$, ayant vingt-quatre épillets dans la série A et vingt-trois dans la série A', les deux vaisseaux montaient jusqu'au niveau de l'épillet supérieur de A (le 24e) et ne descendaient que jusqu'à la hauteur du quatrième épillet de la même série. — Ce sont là des cas rares, dus à la grande vigueur de l'épi ou de la plante mère. Dans les épis de $5^{mm},50$ et de $4^{mm},50$ que je viens de citer, les vaisseaux descendaient déjà au-dessous du rachis, dans la partie feuillée de la plante mère. Il est très fréquent de trouver des épis de $2^{mm},60$ à 3^{mm} dont les deux premiers vaisseaux descendent déjà dans la tige feuillée.

» Là, près de la feuille supérieure, on voit souvent ces vaisseaux venus du rachis, alors même qu'ils y sont encore simples, se doubler de cellules vasculaires et commencer les renflements qui doivent s'allier à ceux que produisent les faisceaux qui se prolongent dans cette feuille supérieure, pour constituer le plexus vasculaire qui existe en travers de la tige, près de l'insertion de cette feuille. D'autres fois le vaisseau rachidien descendant se bifurque ou se trifurque, et les branches se mêlent aux faisceaux de la

tige. On trouve quelquefois un peu plus tard que de ces faisceaux rachidiens sont prolongés au-dessous de leur premier renflement, traversent le mérithalle sous-jacent et donnent un second renflement dans le plexus vasculaire situé près de l'insertion de la deuxième feuille en descendant. Je n'ai pas besoin de répéter que des renflements semblables sont produits aussi dans les autres espèces citées ici ([1]).

» Après la naissance des premiers vaisseaux des deux faisceaux primaires, il apparaît, dans la partie inférieure du rachis, des vaisseaux dans les faisceaux secondaires de chaque côté. Il naît d'abord un vaisseau dans un premier latéral près de chacun des deux faisceaux primaires, et ces deux faisceaux secondaires étaient, dans mes préparations, aux côtés alternes des faisceaux primaires. Il naît ensuite un vaisseau dans chacun des deux faisceaux secondaires symétriquement placés par rapport aux deux premiers. On a alors, dans la partie inférieure du rachis, six faisceaux pourvus de vaisseaux.

» J'ai trouvé, libres aussi par les deux bouts, les vaisseaux de ces faisceaux secondaires, mais j'en ai observé également d'assez courts qui dépassaient la base du rachis, de façon à laisser dans le doute s'ils avaient commencé dans le rachis ou dans la tige mère. Il est toutefois bien sûr que fréquemment ces premiers vaisseaux des faisceaux secondaires commencent dans le rachis. On peut en obtenir à divers degrés d'élongation, les uns encore tout entiers dans le rachis, les autres arrivés dans la tige feuillée. On peut en voir qui sont déjà descendus au niveau de la première feuille et qui commencent à se doubler de cellules vasculaires pour constituer leur renflement analogue à celui qui est indiqué plus haut.

» *La partie inférieure du rachis peut donc avoir déjà un fascicule vasculaire dans chaque faisceau primaire et un vaisseau dans quatre faisceaux latéraux, quand le haut du rachis n'a encore qu'un seul vaisseau dans chacun des deux faisceaux primaires et aucun dans les faisceaux latéraux, et pourtant les épillets supérieurs de l'inflorescence peuvent déjà être pourvus de vaisseaux, tandis que les épillets inférieurs, beaucoup moins avancés, n'en ont pas encore.*

» L'état que je viens de signaler est le plus fréquent; mais il arrive

---

([1]) Jusqu'à présent j'ai montré, dans toutes les espèces que j'ai décrites, les premiers vaisseaux de l'inflorescence naissant libres à l'intérieur du rachis ; il ne faudrait pas en conclure que je pense qu'il en est ainsi dans toutes les Graminées. Il y en a, au contraire, dans lesquelles les premiers vaisseaux montent de la partie feuillée de la tige et pénètrent de bas en haut à l'intérieur du rachis (*Zea Mays*, *Setaria germanica*, etc.)

aussi, quoique plus rarement, que *les faisceaux secondaires du rachis sont vasculairement plus avancés en haut ou dans la région moyenne qu'en bas*. Ainsi, dans un épi de *Lolium perenne*, haut de 8mm, ayant cinq épillets dans chaque série, quatre faisceaux de la moitié supérieure du rachis étaient pourvus de vaisseaux, bien que dans la moitié inférieure il n'y eût de vaisseaux que dans les deux faisceaux primaires, qui en avaient deux chacun.

» Dans un autre épi de *Lolium perenne*, ayant 5mm de hauteur et sept épillets dans chaque rangée, *c'est dans la région moyenne du rachis que les faisceaux pourvus de vaisseaux sont plus nombreux*. En bas du rachis il n'y a qu'un seul vaisseau dans chacun des deux faisceaux primaires, mais plus haut il y en a deux dans chacun. Vers le quatrième épillet des deux séries, un vaisseau commence dans quatre faisceaux latéraux. Un peu plus haut, vers le cinquième épillet des deux rangées, le vaisseau de l'un de ces faisceaux secondaires a déjà cessé, ou plutôt n'est pas encore formé. Près des épillets supérieurs, il n'y a de vaisseaux que dans un seul faisceau latéral.

Apparition des premiers vaisseaux dans les rangées d'épillets.

» L'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les rangées d'épillets est subordonné autant à l'ordre d'accroissement des rameaux qu'à leur ordre de naissance.

» Nous avons vu que, dans les *Lolium*, les premiers épillets naissent assez souvent près de la base de l'épi, que fréquemment aussi les premiers apparaissent dans la région moyenne, tantôt au-dessous du milieu du rachis, tantôt vers le milieu, tantôt au-dessus, plus ou moins près du sommet, mais qu'assez souvent, dans le dernier cas, un ou deux rameaux seulement, le supérieur de chaque côté, ou les deux ou trois plus haut placés de chaque série, sont formés après les premiers-nés dans cette région supérieure, tandis que tous les autres, situés plus bas, naissent successivement de haut en bas. — Quand les épillets les premiers nés sont placés très haut, les premiers vaisseaux des épillets naissent ordinairement avec régularité de haut en bas du rachis. C'est qu'alors, l'accroissement secondaire étant précoce, les rameaux supérieurs, quoique apparus après les premiers-nés placés un peu plus bas, se sont accrus plus vite que ces derniers et les ont dépassés quand naissent les premiers vaisseaux. A cause de cela, ceux-ci se montrent d'abord dans l'épillet terminal, puis dans l'épillet supérieur de chaque série, et ensuite successivement de haut en bas dans les autres épillets.

» Dans un épi de *Lolium perenne* aristé, haut de $5^{mm},50$, ayant douze épillets dans la série A et onze dans la série A′, il n'y a de vaisseaux que dans l'épillet terminal et dans les deux supérieurs de chaque côté. L'épillet terminal contenait un fascicule de trois vaisseaux étendu au-dessous de la deuxième fleur. Au bas de chacun des deux épillets supérieurs de chaque série, il y avait un vaisseau sous-glumaire, dont je parlerai dans ma prochaine Communication. Il n'y avait pas de vaisseaux dans les dix épillets inférieurs de A, ni dans les neuf inférieurs de A′.

» Dans un épi de *Lolium italicum*, haut de $7^{mm},50$, sans les arêtes, ayant vingt-deux épillets dans chaque série A et A′, l'épillet terminal et le supérieur de chaque rangée avaient $0^{mm},85$ de hauteur, et le plus bas placé de tous avait seulement $0^{mm},20$. Les six épillets supérieurs seuls contenaient des vaisseaux. Il n'en existait pas dans les vingt épillets inférieurs de A, ni dans les dix-neuf inférieurs de A′.

» Un épi de *Lolium temulentum*, haut de 7^{mm} sans les arêtes, ayant sept épillets de chaque côté, n'avait de vaisseaux que dans l'épillet terminal et dans les trois supérieurs de chaque série.

» Dans un épi de *Lolium italicum*, haut de 6^{mm}, ayant treize épillets de chaque côté, il n'y avait de vaisseaux que dans l'épillet terminal, dans les cinq épillets supérieurs d'un côté et dans les six supérieurs de l'autre.

» Mais, si les épillets premiers-nés sont plus éloignés du sommet que dans le cas décrit plus haut, il arrive que ceux-ci sont assez grands pour produire des vaisseaux quand les épillets supérieurs sont encore trop jeunes pour en former. Alors les supérieurs n'en donnent qu'un peu plus tard. Dans ce cas, les vaisseaux apparaissent de bas en haut dans les épillets de la région supérieure, de haut en bas dans ceux de la région inférieure. Le plus souvent les épillets d'en bas acquièrent les derniers leurs premiers vaisseaux. Le plus ordinairement l'épillet terminal a ses premiers vaisseaux avant tous les autres. Mais, dans certains cas, les rameaux latéraux les premiers nés sont, sous tous les rapports, plus avancés que le terminal. C'est ce qui est arrivé dans un épi de *Lolium perenne*, haut de 8^{mm}, ayant sept épillets de chaque côté. C'étaient les épillets quatrième et cinquième de la série A′ et cinquième et sixième de la série A qui étaient les plus avancés. L'épillet terminal l'était moins qu'eux. Les trois épillets les plus bas placés seuls n'avaient pas de vaisseaux.

» Voici l'exemple d'un jeune épi vigoureux dans lequel l'épillet terminal était vasculairement plus avancé que tous les autres et dans lequel aussi ce n'étaient pas les épillets supérieurs de chaque série qui produi-

saient ensuite leurs premiers vaisseaux, mais un épillet plus bas placé. Cet épi, offert par le *Lolium perenne*, haut de 5mm, ayant sept épillets dans chaque rangée, avait deux vaisseaux dans l'épillet terminal : l'un plus long sous la deuxième fleur, l'autre sous la première ou inférieure. L'épillet supérieur de chaque série n'avait pas de vaisseaux, et, de tous les épillets latéraux, le sixième de la série A avait seul un vaisseau situé sous la deuxième fleur.

» Dans un autre épillet de *Lolium perenne*, haut de 7mm, ayant dix épillets dans chaque série A et A', c'étaient l'épillet terminal et le neuvième de la rangée A' qui avaient le plus de vaisseaux, puis le neuvième de la série A, ensuite le huitième et le septième des séries A et A'. Le dixième ou supérieur de chaque rangée ne venait qu'après les précédents, puis le sixième des séries A et A'. Il n'y avait pas de vaisseaux dans les cinq épillets inférieurs de ces séries.

» Ces exemples pourraient être multipliés et variés, mais le défaut d'espace me contraint à être bref et à me contenter de citer quelques cas parmi les plus simples, c'est-à-dire les plus jeunes. Voici, pour terminer, un exemple bien remarquable. Il est donné par un épi de *Lolium perenne*, haut de 9mm, ayant six épillets dans chaque série. Les épillets de la région moyenne sont ceux qui ont le plus de vaisseaux, et l'épillet terminal en a moins qu'eux. Les supérieurs et les inférieurs de chaque série n'en ont pas du tout. Le tableau suivant résume la distribution des vaisseaux dans les deux rangées d'épillets.

ÉPILLET TERMINAL : 1 *vaisseau*.

SÉRIE A.	Nombre des vaisseaux.	SÉRIE A'.	Nombre des vaisseaux.
Épillet 6e......	0	Épillet 6e......	0
» 5e......	1	» 5e......	2
» 4e......	3	» 4e......	2
» 3e......	2	» 3e......	3
» 2e......	0	» 2e......	2
» 1er......	0	» 1er.....	0

» Comme on le voit, l'épillet terminal avait un seul vaisseau dans son axe. L'épillet supérieur de chaque série, c'est-à-dire le sixième, et le premier ou inférieur, ainsi que le deuxième de la série A, n'avaient pas de vaisseaux. Le cinquième épillet de la série A avait un seul vaisseau situé sous la deuxième fleur, dans le troisième mérithalle, et il descendait dans le deuxième. Le quatrième épillet de A avait un vaisseau sous la glume,

un autre sous la première fleur, et un, deux fois plus long que les autres, sous la deuxième fleur. Ce dernier était vraisemblablement le premier né, ainsi que nous le verrons. Le troisième épillet de A avait aussi un vaisseau plus long sous la deuxième fleur, et un plus bas sous la glume. Je le répète, les deux épillets inférieurs de cette série A et le supérieur n'avaient pas de vaisseaux.

» Ces quelques mots suffisent pour donner une idée de la position relative des premiers vaisseaux dans les épillets, sujet que je développerai dans ma prochaine Communication, qui sera la dernière que j'aie l'intention de faire à l'Académie sur l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans l'inflorescence des Graminées. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Miller*, de Cambridge.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Sella obtient	42	suffrages.
M. Domeyko	2	»
M. Gould	1	»

M. Sella, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Mac-Lear*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Warren de la Rue obtient	40	suffrages.
M. Auwers	1	»
M. Gould	1	»

M. Warren de la Rue, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Observations pour servir à l'étude du Phylloxera;* par M. J. LICHTENSTEIN, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« L'Académie des Sciences a bien voulu me charger de quelques études sur le Phylloxera, en me laissant la latitude de les diriger dans le sens que je croirais le plus favorable. Elles ont porté plus particulièrement sur les vignobles de l'Hérault, mais j'ai puisé d'utiles enseignements à Lyon, au Congrès phylloxérique, dans la Gironde et enfin en Espagne, où le climat permet de plus longues observations, puisque le Phylloxera s'y engourdit à peine.

» Mes conclusions ne sont pas, hélas! très consolantes. Dans les contrées les plus méridionales de l'Europe, le pouvoir reproductif du Phylloxera est tel, que la lutte directe contre ce fléau paraît presque impossible.

» Peut-on compter, du moins, sur les ennemis naturels du Phylloxera pour enrayer ses ravages?

» Et d'abord, quels sont ces ennemis? Ils sont assez nombreux, surtout pour le Phylloxera aérien.

» *Parasites animaux.* — 1° A côté des galles, et même dans leur intérieur, on trouve une petite espèce de *thrips* (Orthoptère). Les galles qu'il envahit sont souvent vides d'œufs. Il mange aussi les œufs du Phylloxera du chêne. Ce petit insecte jaunâtre, à yeux noirs, est assez rare et une galle lui suffit. — Très petite aide.

» 2° La *coccinelle à vingt-deux points* (Coléoptère) dévore très bien, soit comme larve, soit comme insecte parfait, les Phylloxeras de toutes les espèces. Elle n'est pas non plus abondante et une seule feuille phylloxérée suffit à une coccinelle. — Utilité médiocre.

» 3° La punaise des bois (*Anthocoris nemorum*) se trouve très fréquemment, à tous ses états, soit sur les feuilles, soit dans les galles du Phylloxera, qu'elle suce très avidement. Elle vit également dans toutes les autres galles de *Pemphigiens;* mais l'abondance de cet insecte vagabond et très commun n'a qu'une petite influence sur la population d'une galle. — Utilité très limitée.

» 4° Une espèce d'Hemerobius (le lion des pucerons de Réaumur), de

petite taille, dont la larve est rayée de blanc et de noir, décime quelquefois la population phylloxérienne d'une feuille. — Son utilité, déjà faible, est encore restreinte par le fait qu'elle ne souffre pas dans son voisinage une autre larve de son espèce et la dévore même de préférence aux pucerons.

» 5° La *Mite rouge* (*Trombidium sericeum*), petite Arachnide qui semble vêtue de velours rouge, se trouve fréquemment partout, dévorant les pucerons qu'elle rencontre. — Plusieurs de ces Acariens, si vantés, ne sont pas aussi utiles qu'on le croit et ne sont très souvent fixés à un puceron que pour se faire transporter par lui d'un lieu en un autre. Ce n'est pas le cas pour le *Trombidium*, mais compter sur lui comme aide contre le Phylloxera serait presque comme compter sur une araignée pour nous délivrer des mouches.

» Aux racines :

» 6° J'ai élevé une petite espèce de Scymnus (*S. biverrucatus*) (Coléop.), d'une larve couverte de poils blancs frisés, trouvée aux racines au milieu des Phylloxeras; je ne l'ai vue qu'une fois.

» 7° *Syrphus sp.*? une larve d'une espèce de mouche appartenant au groupe des Syrphides (presque tous mangeurs de pucerons) a été trouvée à Bordeaux.

» Enfin Riley cite trois ou quatre parasites de plus en Amérique qui n'ont pas été encore signalés en Europe.

» Mais, dans tout cela, il y a si peu d'effet utile à attendre, que je ne crois pas qu'on puisse se laisser aller à une espérance quelconque de voir l'un ou l'autre des ennemis du Phylloxera connus jusqu'à ce jour exercer une influence appréciable sur la progression du fléau.

» *Parasites végétaux*. — J'aborde à présent une question à laquelle les travaux d'un des Membres les plus célèbres de l'Académie des Sciences donnent une importance capitale.

» Y a-t-il un cryptogame qui attaque les pucerons en général et le Phylloxera en particulier? Ce cryptogame fait-il périr le puceron à tous ses âges, ou bien, respectant les larves, ne ferait-il périr que l'insecte parfait, comme le fait le champignon de la mouche (*Empusa muscæ*)? Dans ce dernier cas, son intervention perdrait beaucoup de sa valeur.

» La théorie de l'inoculation de germes cryptogamiques à un insecte pour le détruire ne date pas d'aujourd'hui. Elle a déjà été proposée en 1868 par le Dr Bail, de Posen, qui, allant même plus loin, trouvait dans les germes du ferment de la levûre de bière le *mycelium* fondateur d'un cryptogame qui, opérant le cycle de son évolution biologique par des migrations, sous diverses formes, d'un être animé à un autre, arriverait à devenir

le champignon de la mouche domestique (*Empusa muscæ*), forme sous laquelle il fructifierait en lançant autour de sa victime une pluie de spores fécondes.

» Le Dr Bail vit encore, et depuis douze ans il n'a pas, que je sache, démontré la vérité de son opinion, et les savants allemands appelés à rendre compte des travaux de Bail ne paraissent pas lui être favorable.

» Cependant Cohn, Lebert, Hallier et une foule d'autres ont essayé d'éclairer cette question difficile. Tout récemment, le professeur Hagen, de Cambridge (Mass.), quoique névroptériste et s'étant très peu occupé de cryptogames, reprenait l'idée de Bail et la lançait en pâture à l'opinion publique, sans faire lui-même, je crois, des expériences à l'appui. En général, les insuccès ont été nombreux; mais on a cité une ou deux réussites d'inoculation, qui me surprendraient d'autant plus, que, s'il y a un cycle évolutif, il est évident que la graine, la spore fécondée, ne reproduira pas tout de suite une autre spore féconde, mais donnera naissance à un *mycelium* qui accomplira son évolution dans les circonstances voulues par les lois naturelles et ne fructifiera que l'année suivante.

» C'est ce qu'a parfaitement compris un savant français, M. A. Giard, à Lille, qui, en se livrant à une étude sur les cryptogames des insectes, auxquels il conserve le nom générique d'*Entomophthora*, admet deux états ou phases dans l'évolution de ces êtres : le premier dur, crayeux, détruisant les chenilles en hiver, qu'il appelle état de *tarichium* (ce serait la phase fondatrice); le second friable, cristallin, se répandant en spores lancées autour des mouches en automne, qu'il appelle état d'*empusa* (ce serait la phase sexuée fructifère).

» Dans les cryptogames attaquant les végétaux, on a depuis longtemps constaté, dans le cours des évolutions biologiques du même champignon, de très curieuses migrations d'une plante à une autre. L'épine-vinette, par exemple, sert de berceau à un cryptogame qui doit plus tard se développer sur les graminées. M. G. Max. Cornu a cité une foule de faits analogues.

» Des cryptogames se développant sur des pucerons existent. Il en est un qui a été cité anciennement (1), et, il y a quelques années, M. le professeur Planchon en découvrit un autre sur le puceron de la vesce, que M. Cornu a décrit et publié sous le nom d'*Entomophthora Planchonica*.

---

(1) *Empusa aphidis* Hoffmann (Bail, p. 26). Sur le puceron du cornouiller (*Cornus sanguinea*), c'est le *Schizoneura corni*, genre bien plus voisin des *Pemphigiens* que le puceron de la vesce.

» D'où viennent ces champignons? A quelle phase de leur existence sont-ils lorsqu'ils attaquent les Aphidiens? Il n'est pas facile de répondre à ces questions.

» L'inoculation directe de la spore de l'*Empusa muscæ* aux pucerons ne m'a pas réussi. Je m'y attendais, car, comme je l'ai dit plus haut, la graine ne donne pas une graine, elle donne une plante qui fournira plus tard la graine.

» Je crois avoir été plus heureux dans des essais d'inoculation des spores de l'*Empusa* à deux chenilles de grand paon (*Bombyx pyri*); au moins, peu de jours après l'opération, le point piqué s'était entouré d'une auréole de petits points noirs. Mais ces chenilles ont fait leur cocon, et ce n'est qu'en mai prochain que je pourrai voir si les chrysalides ou les papillons sont attaqués du cryptogame (à l'état *Tarichium*). Si cela était, j'aurais quelque espoir, par une nouvelle inoculation ou par simple contact, de reproduire, sur la mouche, le cryptogame (à l'état *Empusa*) fructifiant en automne.

» Je demande pardon à la Commission de l'Académie d'avoir encore si peu à lui dire sur un sujet aussi intéressant; mais ni l'évolution d'un insecte ni l'évolution d'un cryptogame ne peuvent se suivre et se décrire généralement en moins d'un an. »

M. L. Pilleux soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. du Moncel, deux Notes relatives à la théorie des forces électromotrices.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Berthelot, Cornu.)

M. É. Préaubert adresse, par l'entremise de M. du Moncel, des « Recherches sur la thermo-électricité », et un « Aperçu des propriétés de la matière cosmique ».

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Berthelot, Cornu.)

M. Fua adresse un Mémoire sur les propriétés hygiéniques et économiques du maïs.

(Comissaires : MM. Bouillaud, Bouley, Chatin.)

M. S. Clémenceau adresse une Note relative à une pile électrique.

(Renvoi à l'examen de M. Jamin.)

M. A. **Netter** adresse une Note relative à la question de l'intelligence et de l'instinct des fourmis.

(Renvoi à l'examen de M. E. Blanchard.)

M. A. **Basin** soumet au jugement de l'Académie un nouveau système de chronomètre.

(Renvoi à l'examen de M. Phillips.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que la IIe Partie du Tome II du « Recueil des Mémoires, Rapports et documents relatifs à l'Observation du Passage de Vénus sur le Soleil » est en distribution au Secrétariat.

Ce Volume contient la fin des Mémoires concernant la Mission de l'île Saint-Paul : la Météorologie, par M. le Dr *Rochefort*, et la Géologie, par M. *Ch. Vélain*; les observations de M. *Tisserand* et de M. *L. Picard*, au Japon ; celles de M. *Héraud*, à Saïgon ; celles de MM. *André* et *Angot*, à Nouméa.

M. L. **Picard** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre au nombre des officiers de marine destinés à faire partie des expéditions pour l'observation du passage de Vénus, en 1882.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, les Rapports de l'Académie de Médecine sur les vaccinations pratiquées en France, en 1877 et en 1878.

ASTRONOMIE. — *Détermination de la durée de la rotation de la planète Jupiter.* Note de M. **Cruls**, transmise par S. M. don Pedro et présentée par M. Tresca.

« La tache, visible depuis quelque temps sur la planète Jnpiter, est extrêmement remarquable par la netteté de son contour en même temps que par sa couleur rouge brun, qui tranche avec celle que présentent les

autres parties du disque, à l'exception toutefois d'une partie de la bande équatoriale, dont la teinte s'en rapproche beaucoup. Elle m'a paru très favorable pour la détermination de la durée de rotation de la planète. Il est à noter, en outre, que cette tache paraît douée d'une immobilité à peu près absolue, circonstance indispensable pour la solution du problème en question. Par une série d'observations faites avec le plus grand soin et publiées dans les *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* de janvier 1880, M. Pratt, directeur de l'observatoire de Brighton, a prouvé que, pendant une période s'étendant du 26 juillet au 6 décembre 1879, la tache était sans mouvement propre appréciable, conclusion entièrement confirmée par la durée de rotation que j'ai déduite de 1083 rotations de la planète et qui diffère à peine de celle qu'a obtenue l'astronome anglais.

» D'un diagramme exécuté à l'Observatoire impérial de Rio, le 31 juillet 1879, j'ai conclu que le centre de la tache se trouvait sur le méridien central de la planète à 8^h35^m, temps moyen de Rio. Une observation faite le 21 octobre 1880 m'a montré cette tache sur le même méridien à 8^h. Partant de ces données, je trouve que la Terre, dans l'intervalle des deux observations, a fait 448 rotations, moins une fraction égale à 0,02431 rotation. D'un autre côté, admettant comme rotation approchée de la planète Jupiter $9^h55^m30^s$, il est facile de trouver que, dans le même temps, cette dernière planète a fait 1083 rotations, plus une fraction de rotation, provenant du déplacement angulaire de la Terre et de Jupiter dans leurs orbites. Or, le déplacement en longitude héliocentrique de la planète Jupiter entre les deux observations a été de $40°51'37'',9$, et celui de la Terre est d'une révolution complète, plus un arc de $80°37'13'',8$. On déduit de là, en tenant compte des positions respectives des deux planètes aux époques d'observation, que l'angle compris entre les rayons visuels menés de la Terre à la planète Jupiter aux deux mêmes époques est de $31°20'30'',0$, ce qui représente 0,0861 d'une rotation de Jupiter. Voici, d'ailleurs, les données fournies par les observations et les résultats qu'on en déduit par le calcul :

		Rotations terrestres.	Rotations joviennes.
1879.	Juillet...........	31,35764	»
1880.	Octobre.........	21,33333	»
		447,97569	1083,0861

On en conclut, pour la durée de rotation de la planète Jupiter, $9^h55^m36^s$, en temps solaire moyen.

» Il est intéressant de comparer ce résultat à celui qui résulte des observations de M. Pratt, et qui est de $9^h 55^m 33^s,91$, valeur fournie par 321 rotations de Jupiter.

» Il semble résulter de la concordance de ces résultats, obtenus dans des circonstances extrêmement favorables, que la durée de la rotation de la planète Jupiter peut être considérée comme étant actuellement connue à une seconde près, c'est-à-dire avec le même degré d'exactitude que la rotation de la planète Mars. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Hartwig* (*d* 1880). Note de MM. Schulhof et Bossert, présentée par M. Mouchez.

« Dans notre première Note sur la comète Hartwig (*Comptes rendus*, 6 décembre), nous avons donné notre conviction sur l'impossibilité d'attribuer à la comète une durée de révolution de $62\frac{1}{3}$ ans. Cette durée de $62\frac{1}{3}$ ans avait été indiquée par la supposition que la comète était identique avec les comètes de 1382, 1444, 1506 et 1569. Nous avions, en effet, obtenu le système suivant parmi nos trois systèmes d'éléments auxiliaires :

T.........	1880, septembre 6,59700, temps moyen de Berlin.	
π.........	$5°27'26'',1$	1880,0
☊.........	$44°31'17'',1$	1880,0
i.........	$141°50'28'',1$	1880,0
log e.......	9,990271	
log q......	9,545488	

» Ce système laissait subsister dans les six lieux normaux donnés les écarts suivants :

		$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.
Septembre	30,25........	$0'',0$	$0'',0$
Octobre	3,0..........	+10,7	−21,0
»	11,0..........	−28,2	−46,9
»	23,5..........	−24,3	−30,2
Novembre	3,5..........	0,0	0,0
»	29,0..........	+ 1,3	+48,6

» Malgré ces écarts, et en attendant que les nombreuses observations de la comète soient publiées, ce qui nous permettra alors de déterminer l'orbite définitive, nous avons voulu être fixés d'une manière certaine relativement à la durée de révolution de $62\frac{1}{3}$ ans. Nos six lieux normaux ont

été rapportés à l'écliptique, et, à l'aide de la variation du rapport des distances géocentriques du septembre 30,25 et du novembre 29, nous avons obtenu les deux hypothèses suivantes :

	I.		II.	
T......	Septembre 30,25		Septembre 30,25	
M......	0°.22′.28″,24		0°.22′.26″,67	
π......	5. 6.33,7	1880,0	5.24.43,4	1880,0
☊......	44.17.29,3	1880,0	44.31.31,7	1880,0
i......	141.49.18,0	1880,0	141.49.29,8	1880,0
φ......	77.50.53,2		77.52.26,0	
log a....	1,196364		1,196424	

hypothèses qui laissent les résidus suivants :

	I.		II.	
	Δλ.	Δβ.	Δλ.	Δβ.
Septembre 30,25....	0″,0	0″,0	0″,0	0″,0
Octobre 3,0....	− 70,8	−31,6	+32,3	−25,9
» 11,0....	−213,3	−41,9	+26,2	−86,5
» 23,0....	−137,3	−23,8	+ 5,5	−81,5
Novembre 3,5....	− 62,5	−12,2	+14,1	−52,8
» 29,0....	0,0	0,0	0,0	0,0

» Les écarts des lieux normaux changent de signes dans les longitudes lorsque l'on passe d'une hypothèse à l'autre, mais pour les latitudes les valeurs augmentent sensiblement. On pourrait donc rendre très minimes les erreurs en longitude; mais les erreurs en latitude dépasseraient alors 1′, ce qui est inadmissible. Il faut donc exclure d'une façon absolue la durée de révolution $62\frac{1}{3}$ ans.

» Bien que nous ayons trouvé pour la durée de révolution une période de 1280 ans environ, cet élément est assez incertain pour que nous ne puissions décider maintenant de l'identité de cette comète avec l'une de celles citées plus haut, particulièrement avec la comète de 1506. Ce n'est que par le calcul définitif qu'on pourra résoudre la question des apparitions antérieures de la comète. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires, faites à l'observatoire royal du Collège romain, pendant le troisième trimestre* 1880; par le P. Tacchini.

« Le nombre de jours d'observation s'élève à 80 pour les taches et les facules, savoir : 30 dans le mois de juillet, 26 dans le mois d'août et 14 dans le mois de septembre; les résultats obtenus confirment l'accroissement progressif de l'activité solaire, mentionné dans ma Note précédente.

	1880.		
	Juillet.	Août.	Septembre.
Fréquence relative des taches.......	10,96	18,04	38,92
Fréquence des jours sans taches......	0,20	0,00	0,00
Grandeur relative des taches........	10,70	48,55	43,12
Grandeur relative des facules........	30,40	41,50	125,50

» Le nombre des taches a été double de ce qu'il avait été dans le trimestre précédent. Pendant les mois d'août et de septembre, il n'y a pas eu un seul jour sans taches. Le nombre des facules a été extraordinaire pendant le mois de septembre. Quoique le nombre toujours croissant des groupes de taches solaires empêche de bien distinguer les périodes secondaires de maxima et minima, néanmoins la nouvelle série d'observations semble mettre en évidence, comme celle des trimestres précédents, l'existence d'intervalles correspondant à peu près à une demi-rotation solaire.

» Le beau temps a même permis d'exécuter un nombre assez grand d'observations spectroscopiques du bord solaire. En voici les résultats :

	1880.		
	Juillet.	Août.	Septembre.
Nombre moyen des protubérances par jour....	9,1	7,1	7,0
Hauteur moyenne des protubérances.........	41,8	44,1	44,3
Extension moyenne des protubérances........	2,65	2,73	2,01

» Les observations spectroscopiques montrent donc, ainsi que les autres, une augmentation dans l'activité solaire, surtout quant au nombre des protubérances hydrogéniques. Quant à la distribution des protubérances,

des facules et des taches solaires, les observations du dernier trimestre nous ont donné les résultats suivants :

Nombre des protubérances aux différentes latitudes héliocentriques.		Nombre des facules aux différentes latitudes héliocentriques.		Nombre des groupes de taches aux différentes latitudes héliocentriques.	
90° + 70°......	2	90° + 70°.....	0	90° + 70°......	0
70 + 50......	86	70 + 50.....	1	70 + 50......	0
50 + 30......	85	50 + 30.....	2	50 + 30......	1
30 + 10......	64	30 + 10.....	29	30 + 10......	29
10 0......	13	10 0.....	4	10 0......	4
0 — 10......	12	0 — 10.....	0	0 — 10......	0
10 — 30......	91	10 — 30.....	18	10 — 30......	22
30 — 50......	76	30 — 50.....	9	30 — 50......	1
50 — 70......	96	50 — 70.....	0	50 — 70......	0
70 — 90......	1	70 — 90.....	0	70 — 90......	0

» Pour les taches et les facules, on rencontre donc le maximum de fréquence dans les mêmes zones pour chaque hémisphère solaire, c'est-à-dire entre 10° et 30°, comme dans le trimestre précédent. Pour les protubérances, le maximum de fréquence s'est transporté vers les pôles, entre 50° et 70°. Mais, si l'on considère, pour les protubérances, les nombres qui se rapportent à des zones successives de 10° en 10°, on constate qu'il s'est produit dans chaque hémisphère, et même pour chaque mois, un maximum entre 50° et 60°, et un autre entre 20° et 40°. C'est seulement dans le mois d'août que nous avons observé des protubérances à des latitudes supérieures à 70°; près des pôles, elles ont toujours fait défaut. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift (e 1880), faites à l'observatoire royal du Collège romain*, par le P. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les observations de la comète Swift (*e* 1880) que j'ai pu faire avec notre lunette de 9 pouces [1] :

» Pour les détails des observations et réductions, je renvoie au prochain numéro des *Astronomische Nachrichten*. »

---

[1] Toutes les observations ont été faites par moi; les calculs de réduction ont été effectués par mon adjoint, M. Millosevich.

1880.	Temps moyen de Rome.	Ascension droite apparente de la comète.	Déclinaison apparente de la comète.
	h m s	h m s	° ′ ″
Déc. 2....	9.11.40	3.38.47.45(9,4788*n*)	51. 4.36,3(9,8976*n*)
» 3....	9.24.52	3.48.25.62(9,4393*n*)	50.18.16,8(0,2555*n*)
» 4....	7.44.35	3.56 47.12(9,7218*n*)	49.34. 8,3(9,7329+)
» 5....	9.37.23	4. 5.45.70(9,4105*n*)	48.41. 7,4(9,8632*n*)
» 6....	8.48.28	4.13.17.59(9,5895*n*)	47.52.44,3(8,5238*n*)
» 7....	11. 0. 7	4.21. 7.45(8,5681*n*)	46.57.50,3(9,9154*n*)
» 8....	11.41. 1	4.28. 0.78(8,8553+)	46. 5.50,8(9,8234*n*)
» 10....	14.29.55	4.40.37.76(9,6681+)	44.19.13,7(0,0635+)
» 11....	15.48. 2	4 46.13.69(9,7574+)	43.27. 2.0(0,4047+)

GÉOMÉTRIE. — *Sur le contact des coniques et des surfaces.* Note de M. MOUTARD.

« La question du contact des coniques et des surfaces, examinée par M. Darboux dans une Note insérée au dernier numéro des *Comptes rendus* (13 décembre 1880), a fait l'objet de deux Communications verbales que j'ai présentées à la Société philomathique vers 1865. Dans la première, j'énonçais, à côté d'autres résultats, ceux qui, dans la Note de M. Darboux, sont relatifs à des coniques quelconques, en exceptant toutefois le théorème, non le moins important, qui concerne les surfaces sur lesquelles il passe, en chaque point, une infinité de coniques; dans la seconde, je représentais, à l'aide d'une cubique gauche, la loi de distribution des cercles qui surosculent une surface en un même point, sous une forme assez simple pour permettre d'en déduire, non seulement les propositions de M. Darboux sur ce sujet, mais aussi, dans une certaine mesure, les constructions correspondantes.

» De cette dernière Communication, il n'existe aucune trace imprimée, et je n'ai par conséquent aucune réclamation de priorité à faire de ce chef. Il n'en est pas de même de la première; j'en ai consigné les points principaux dans une lettre adressée en 1863 au général Poncelet, lettre dont l'illustre géomètre m'a fait l'honneur de publier un extrait dans le Tome II des *Applications d'Analyse et de Géométrie* (p. 363 et 364). (M. Chasles en a reproduit une partie, en 1870, dans son Rapport sur les progrès de la Géométrie, p. 354.)

» Après avoir énoncé et démontré à l'aide des principes de Poncelet un

théorème général sur le contact de deux surfaces en un point, j'ajoute :

« Parmi les nombreux corollaires que l'on peut déduire de ce théorème général, en y joignant quelques autres considérations, je me bornerai à citer les suivants :

» *Si autour d'une tangente quelconque menée à une surface, en un point* A, *on fait tourner un plan, et que dans chacune de ses positions on construise la conique qui a en* A *avec la surface un contact du quatrième ordre, il existera en général deux positions du plan sécant pour lesquelles le contact montera au cinquième ordre. L'ensemble de toutes ces coniques forme d'ailleurs une surface du deuxième ordre, en général simplement osculatrice à la proposée.*

» *Par chaque point d'une surface continue il est, en général, possible de mener vingt-sept coniques ayant avec la surface, en ce point, un contact du sixième ordre.*

» Dans le cas particulier où la surface donnée est du troisième degré, les positions singulières du plan sécant mené par une tangente quelconque pour lesquelles le contact avec une conique peut monter au cinquième ordre sont celles qui contiennent les asymptotes de l'indicatrice relative au point où la tangente considérée perce de nouveau la surface. On peut ajouter que le plan tangent en ce dernier point contient la courbe d'intersection de la surface osculatrice formée par toutes ces coniques avec la polaire du deuxième degré du point A par rapport à la surface du troisième ordre donnée.

» Ces derniers énoncés ont besoin de quelques modifications pour s'étendre aux surfaces algébriques de degré quelconque, mais ce n'est pas le lieu d'insister sur ce point. »

» On reconnaît immédiatement dans le premier énoncé, et sous une forme plus complète, la proposition qui sert de point de départ à M. Darboux, et l'on contesterait difficilement que les corollaires ne s'en déduisent d'une manière bien naturelle.

» En adressant à l'Académie cette revendication, je reconnais avec empressement que le travail sur lequel je l'appuie est déjà de date un peu ancienne, et il est tout naturel qu'il ait échappé à l'attention du savant géomètre. Mon but est seulement de donner, à cette occasion, de courtes indications sur une méthode géométrique dont les conséquences ne me paraissent pas épuisées et qui permet de donner une forme concrète à des résultats primitivement obtenus par l'Analyse algébrique.

» J'emploie, pour étudier les éléments différentiels d'une surface algébrique (S) d'ordre m, en un point A, une surface dérivée (Δ), à savoir : *le lieu du point qu'on obtient en portant sur chaque transversale issue du point* A *le rayon vecteur dont l'inverse est égal à la moyenne arithmétique des inverses des rayons vecteurs limités à tous les points d'intersection restants, sauf un seul, de la transversale et de la surface* (S).

» Cette surface (Δ) est d'ordre $2m-3$; elle renferme comme droites multiples d'ordre $m-3$ les deux osculatrices de (S) en A; le complé-

ment de son intersection avec le plan tangent est une cubique (Γ) située sur la polaire du troisième ordre de A par rapport à (S); l'orientation des plans tangents à (Δ) aux divers points de (Γ), la direction des droites osculatrices à (Δ) en ces mêmes points, la position des droites qui surosculent (Δ) en un point de (Γ) ne dépendent de même respectivement que des polaires du quatrième, du cinquième, du sixième ordre de A par rapport à (S).

» La considération de cette surface dérivée condense ainsi l'étude des éléments différentiels d'une surface en un point, sous une forme bien appropriée à l'interprétation, et elle permet en même temps d'en opérer la séparation, par ordre, dans la mesure voulue par la Géométrie.

» Cela posé, on peut énoncer le théorème suivant :

Toute conique (C) *ayant avec une surface algébrique* (S), *d'ordre m, un contact du second ordre au point* A, *est associée à une droite* (D) *située dans son plan, de telle manière que, sur toute transversale menée dans ce plan par le point* A, *la somme de l'inverse du rayon vecteur limité à* (C) *et de* ($m - 2$) *fois l'inverse de celui qui est limité à* (D), *est égale à la somme des inverses des rayons vecteurs limités à* (S). *Le contact de* (C) *et de* (S) *monte au troisième ordre quand la droite* (D) *rencontre en un point* I *la courbe* (Γ) (*définie ci-dessus*), *au quatrième ordre lorsque* (D) *est tangente à* (Δ) *en* I; *au cinquième lorsque c'est une des droites osculatrices à* (Δ) *en* I; *au sixième lorsqu'elle suroscule* (Δ), *et en général à l'ordre* $n + 3$ *lorsque* (D) *a en* I *un contact de l'ordre n avec* (Δ).

» Cette proposition, dont la démonstration est fort simple et purement géométrique, ramène à la construction de la droite associée (D) la construction de toute conique assujettie à avoir avec (S), en un point donné, un contact d'ordre supérieur au premier; or la construction de cette droite est donnée immédiatement par l'énoncé toutes les fois qu'aucune condition supplémentaire n'est imposée à la conique, et, lorsque les conditions supplémentaires consistent dans l'obligation de passer par des points donnés, de rencontrer des lignes données, de toucher des lignes ou des surfaces données, il est évident qu'elles équivalent à imposer à la droite (D) de passer par les points, de rencontrer les lignes, de toucher les lignes ou les surfaces respectivement associées aux points, aux lignes, aux surfaces données, comme (C) est associé à (D).

» En particulier, si l'on veut que la conique soit un cercle, c'est-à-dire rencontre en deux points l'ombilicale (Laguerre), la droite (D) doit rencontrer en deux points la biquadratique à point double qui résulte de l'intersection du cône isotrope de sommet A avec la surface du deuxième ordre associée au plan de l'infini, laquelle, pour le dire en passant, est

homothétique à la polaire du deuxième ordre de A par rapport à (S).

» Sans insister davantage sur les applications du théorème, je ferai remarquer qu'il est immédiatement projectif et se prête, par suite, à un calcul en coordonnées symétriques dont les résultats s'interprètent aisément. Si l'on désigne en effet par $S(x, y, z, t) = 0$ l'équation de la surface, par ξ, η, ζ, τ les coordonnées du point A et par S_{m-p} l'expression symbolique $\frac{1}{p!}\left(\xi\frac{d}{dx} + \eta\frac{d}{dy} + \zeta\frac{d}{dz} + \tau\frac{d}{dt}\right)^p S$, l'équation de la surface dérivée (Δ) peut s'écrire sous la forme

$$0 = S_2^{m-3} S_3 - S_1 S_2^{m-4} S_4 + S_1^2 S_2^{m-5} S_5 - \ldots,$$

dont il suffit de conserver un, deux, trois, etc. termes, suivant qu'il est question du contact du troisième, du quatrième, du cinquième, etc. ordre.

» Avec les mêmes notations, l'équation générale des surfaces du second ordre qui osculent (S) en A s'écrira, en représentant par P une fonction linéaire arbitraire de x, y, z, t,

$$P_0 S_2 - (m-2) P_1 S_1 = 0. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des fonctions uniformes d'une variable et sur une classe d'équations différentielles.* Mémoire de M. **E. Picard**, présenté par M. Hermite. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai déjà eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, séance du 2 novembre 1880), le théorème qui fait l'objet de la première Partie de ce travail. J'expose dans la seconde Partie l'usage que l'on peut en faire pour l'étude d'une classe d'équations différentielles.

» Considérons les équations différentielles de la forme

$$F\left(u, \frac{d^2u}{dz^2}\right) = 0, \tag{1}$$

F étant un polynôme, et proposons-nous de rechercher dans quels cas elles admettront des intégrales uniformes, n'ayant d'autres points singuliers que des pôles. Il résulte tout d'abord du théorème fondamental que le nombre caractéristique p relatif à la relation algébrique (1) doit être égal à zéro

ou à l'unité, et l'on devra nécessairement avoir

$$u = \varphi[R(z)], \quad \frac{d^2u}{dz^2} = \varphi_1[R(z)],$$

φ et φ_1 désignant, dans le cas de $p = 0$, des fonctions rationnelles et $R(z)$ une fonction uniforme; dans le cas de $p = 1$, φ et φ_1 représentent des fonctions doublement périodiques aux mêmes périodes, et $R(z)$ une fonction entière, c'est-à-dire une fonction uniforme n'ayant pas de pôles. Les fonctions φ et φ_1 peuvent être considérées comme données.

» On déduit de suite des équations précédentes

$$\varphi_1(R) = \varphi''(R) R'^2 + \varphi'(R) R'',$$

ou, en posant $\left(\frac{dR}{dz}\right)^2 = P$,

$$2\varphi_1(R) = 2\varphi''(R) P + \varphi'(R) \frac{dP}{dR},$$

d'où, par un calcul tout élémentaire,

$$(\alpha) \qquad P \text{ ou } \left(\frac{dR}{dz}\right)^2 = \frac{2\int \varphi_1(R)\varphi'(R)\,dR}{[\varphi'(R)]^2}.$$

» Nous sommes donc amené à rechercher dans quels cas une pareille relation différentielle pourra être satisfaite par une fonction uniforme R de z.

» Plaçons-nous d'abord dans l'hypothèse $p = 0$; je commence par établir que, si l'équation (α) admet une intégrale uniforme, l'expression $\int \varphi_1 \varphi'\,dR$ ne pourra contenir plus de deux termes logarithmiques : c'est une conséquence immédiate de cette proposition qu'il ne peut y avoir plus de deux valeurs a et b pour lesquelles les équations $R(z) = a$, $R(z) = b$ n'aient pas de racines, comme je l'ai montré dans mon Mémoire sur les fonctions entières (*Annales de l'Ecole Normale*; 1880).

» Si $\int \varphi_1 \varphi'\,dR$ ne contient pas de logarithme, $\left(\frac{dR}{dz}\right)^2$ est alors une fonction rationnelle $f(R)$, et il résulte de suite de l'étude faite par MM. Briot et Bouquet, dans leur mémorable travail sur les équations de la forme $F\left(u, \frac{du}{dz}\right) = 0$, que $f(R)$ doit se réduire à un polynôme de degré au plus égal à quatre pour que l'équation $\left(\frac{dR}{dz}\right) = f(R)$ ait ses intégrales uniformes. On aura donc à rechercher si l'on peut déterminer la constante entrant dans

$\int \varphi_1 \varphi' d\mathrm{R}$ de manière que le quotient $\frac{\int \varphi_1 \varphi' d\mathrm{R}}{\varphi'^2}$ se réduise à un polynôme de degré au plus égal à 4.

» Si le numérateur du second membre de l'équation (α) contient un seul terme logarithmique, cette équation aura la forme

$$\left(\frac{d\mathrm{R}}{dz}\right)^2 = \mathrm{F}(\mathrm{R}) + f(\mathrm{R}) \log(\mathrm{R} - a),$$

F et f étant des fonctions rationnelles de R, et $f(\mathrm{R})$ n'étant pas identiquement nul. Je montre que, dans ces conditions, le seul cas où une pareille équation puisse avoir une intégrale uniforme est celui où

$$\mathrm{F}(\mathrm{R}) = \mathrm{A}(\mathrm{R} - a)^2, \quad f(\mathrm{R}) = \mathrm{B}(\mathrm{R} - a)^2,$$

A et B étant deux constantes. Appliquant ce résultat à l'équation (α), on voit que l'on devrait avoir $\frac{1}{\varphi'^2} = \mathrm{B}(\mathrm{R} - a)^2$, ce qui est impossible. Donc l'équation (α) n'admettra pas alors d'intégrale uniforme.

» Si enfin l'expression $\int \varphi_1 \varphi' d\mathrm{R}$ contient deux termes logarithmiques, l'équation (α) a la forme

$$\left(\frac{d\mathrm{R}}{dz}\right)^2 = \mathrm{F}(\mathrm{R}) + f_1(\mathrm{R}) \log(\mathrm{R} - a) + f_2(\mathrm{R}) \log(\mathrm{R} - b),$$

F, f_1 et f_2 étant rationnelles, et ni f_1 ni f_2 n'étant nulles. J'établis que le seul cas où une telle équation puisse avoir ses intégrales uniformes est celui où l'on a

$$\mathrm{F}(\mathrm{R}) = \mathrm{A}(\mathrm{R} - a)^2(\mathrm{R} - b)^2, \quad f_1 = -f_2 = \mathrm{B}(\mathrm{R} - a)^2(\mathrm{R} - b)^2,$$

A et B étant des constantes. L'application à l'équation (α) montre que l'on devrait avoir

$$\frac{1}{\varphi'^2} = \mathrm{A}(\mathrm{R} - a)^2(\mathrm{R} - b)^2,$$

ce qui est inadmissible.

» Nous arrivons donc à cette conclusion que l'équation (α) et par suite l'équation proposée ne pourront admettre d'intégrale uniforme que si l'expression $\int \varphi_1 \varphi' d\mathrm{R}$ est rationnelle, et la discussion se termine alors aisément.

» Passons au cas où $p = 1$; φ et φ_1 sont alors des fonctions doublement périodiques de R. Une discussion fort simple montre que l'équation (α) ne pourra avoir d'intégrale uniforme que si le quotient $\frac{\int \varphi_1 \varphi' d\mathrm{R}}{\varphi'^2}$ se réduit à une

constante; on aura alors $\varphi_1(R) = A^2\varphi''(R)$, A étant une constante, et $R(z)$ aura la forme linéaire $Az + B$. Toutes les intégrales de l'équation (1) ne sont pas, dans ce cas, uniformes; il n'y a que celles que l'on peut déduire d'une première intégrale uniforme par le changement de z en z plus une constante. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une nouvelle méthode de produire des signaux lumineux intermittents.* Note de M. **A. Crova**.

« M. Mercadier a présenté, dans la séance du 13 décembre dernier, une Note dans laquelle il décrit un manipulateur Morse, actionnant un courant intermittent d'oxygène destiné à produire des éclats lumineux dans la flamme fuligineuse d'une lampe à pétrole. En 1870 et 1871, nous entreprîmes, Le Verrier et moi, un travail sur un système de télégraphie optique de jour et de nuit, destiné au service des places fortes et des armées en campagne; je construisis, dans ce but, un appareil qui réalisait un système de signaux lumineux *absolument identique* à celui qu'a décrit M. Mercadier, avec cette seule différence que, dans la plupart des cas, nous faisions usage d'une lampe à huile au lieu d'une lampe à pétrole. J'employai, dans le même but, un bec spécial à pétrole, sans mèche, donnant avec l'oxygène une flamme très puissante.

» Le premier essai fut fait en décembre 1870, entre Nîmes et Redessan. Le Verrier, un télégraphiste et moi étions à la station de Nîmes; M. Cochet, directeur du télégraphe à Nîmes, et un télégraphiste étaient à la station de Redessan. Les signaux à l'oxygène étaient visibles, même en plein jour, en faisant simplement usage de la lampe à huile, et permettaient d'échanger une correspondance de jour, par un temps couvert. D'autres essais furent faits sur d'autres points, au moyen du même appareil, et réussirent très bien. L'oxygène était contenu dans des sacs en caoutchouc, et les télégraphistes le préparaient facilement eux-mêmes.

» Le travail d'ensemble fut présenté par Le Verrier à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 13 mars 1871. Le Verrier s'était réservé la question des signaux solaires, et je m'étais chargé des signaux de lumières artificielles. A près de dix années d'intervalle, M. Mercadier s'est rencontré avec moi sur ce dernier sujet. Je rappellerai ici deux points essentiels :

» En premier lieu, j'avais reconnu la nécessité d'employer l'oxygène sous faible pression et d'ouvrir largement l'orifice du chalumeau au milieu

de la flamme de la lampe; dans ce cas, la lumière est très vive et ses dimensions sont très petites; elle peut donc être facilement parallélisée par l'objectif et transmise à très grande distance. Si, au contraire, l'oxygène est sous forte pression et s'échappe par un petit orifice, la lumière s'allonge beaucoup et perd très rapidement son intensité, même à des distances assez faibles.

» En second lieu, il est nécessaire d'actionner très brusquement la clef du manipulateur et de l'abandonner de même; il faut donc faire usage d'un ressort puissant : sans cela les signaux *filent*, c'est-à-dire que la lumière de chaque éclat augmente et diminue progressivement, et les signaux tendent à se confondre; après quelques essais, on s'habitue à cette manœuvre, et les signaux sont alors très nettement perçus. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau théorème électrodynamique*. Note de M. G. Cabanellas, présentée par M. Cornu.

« Lorsque les arbres de deux machines électriques, théoriquement libres, quelconques, réversibles, sont liés dans un rapport invariable de rotation, si l'une des machines a, dans un temps quelconque, véhiculé, dans un ordre quelconque, une quantité totale définie d'électricité, l'autre machine aura véhiculé, dans le même temps, une quantité totale d'électricité également définie, fonction de la première, quels que puissent être l'ordre, le nombre et la grandeur des modifications, intentionnelles ou non, exercées sur le circuit extérieur de cette seconde machine électrique.

» Pendant tout temps assez court pour que dans les deux machines les débits électriques puissent être considérés comme respectivement proportionnels au temps, le couple et sa force tangentielle ne varieront pas respectivement dans chacune des machines.

» Appelons L, l les arcs décrits pendant ce temps très court par le point d'application des forces tangentielles, F, f les forces tangentielles, R, r leurs rayons, C, c les couples moteur et résistant, A, a les angles correspondant aux arcs L et l.

» L'équilibre dynamique étant établi, on a $LF = lf$; or $L = \frac{2\pi RA}{360}$ et $l = \frac{2\pi ra}{360}$; donc $\frac{2\pi RAF}{360} = \frac{2\pi raf}{360}$, ou $AC = ac$, ou $\frac{A}{a}C = c$, et $\frac{A}{a}$ est une con-

stante en raison des liaisons cinématiques. On a donc

$$\frac{A}{a}(C + C' + \ldots + C^n) = c + c' + \ldots + c^n.$$

Mais, à chaque valeur de couple C, C', ..., C^n correspond un débit défini d'électricité par unité de temps; il en est de même pour c, c', ..., c^n. Donc au débit dans la première machine pendant le temps total correspond un débit total défini de la seconde machine pendant le même temps. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Régulateur de pression pour les vapeurs.* Note de M. D'ARSONVAL.

« Dans certains cas, il est indispensable :

» 1° *De maintenir absolument constante, dans une chaudière, la pression d'une vapeur donnée, quel qu'en soit le débit;*

» 2° *De n'user de combustible que proportionnellement à la quantité de vapeur dépensée;*

» 3° *Enfin, de rendre la marche de l'instrument complètement automatique, en évitant tout danger d'explosion.*

» L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie résout ce triple problème et a pour lui la sanction d'une pratique journalière de plus de trois années.

» Le combustible employé pour chauffer la chaudière contenant le liquide est le gaz d'éclairage; le réservoir est une chaudière à vapeur d'une forme et d'une contenance quelconques.

» Le régulateur proprement dit, figuré ci-contre (*fig.* 1), se compose d'une membrane de caoutchouc 8 serrée entre deux plaques métalliques.

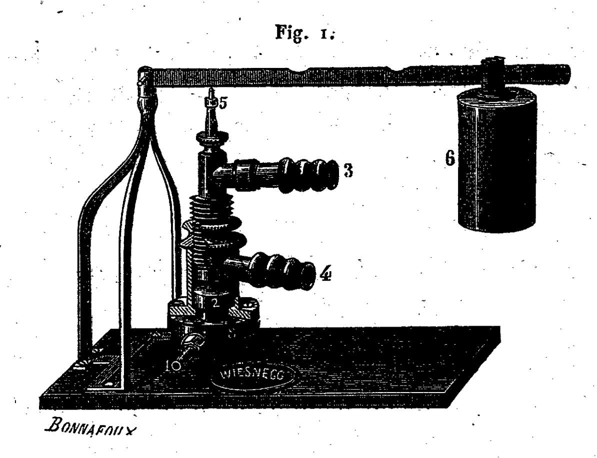
» La face inférieure de la membrane est mise en rapport avec la vapeur par un tube étroit de plomb se raccordant au tube 1 qui, se remplissant d'eau, reste à la température ambiante, tout en transmettant la pression de la vapeur. La face supérieure de la membrane est pressée par un disque métallique 2 qui, par l'intermédiaire d'une tige rigide 5, lui transmet la pression du poids 6 agissant avec une force variable par l'intermédiaire d'un levier. C'est le mécanisme de la soupape de sûreté à poids.

» A la face supérieure du disque 2 débouche un tube 3 amenant le gaz, qui sort par le tube 4 pour aller de là au brûleur placé sous la chaudière.

» La membrane se trouve chargée de la sorte comme une véritable soupape de sûreté. Si nous la supposons chargée pour se soulever seulement

à 5^{atm} par exemple, tant que cette pression n'est pas atteinte, le gaz afflue au brûleur; mais, lorsque la pression atteint 5^{atm}, le disque 2 est soulevé

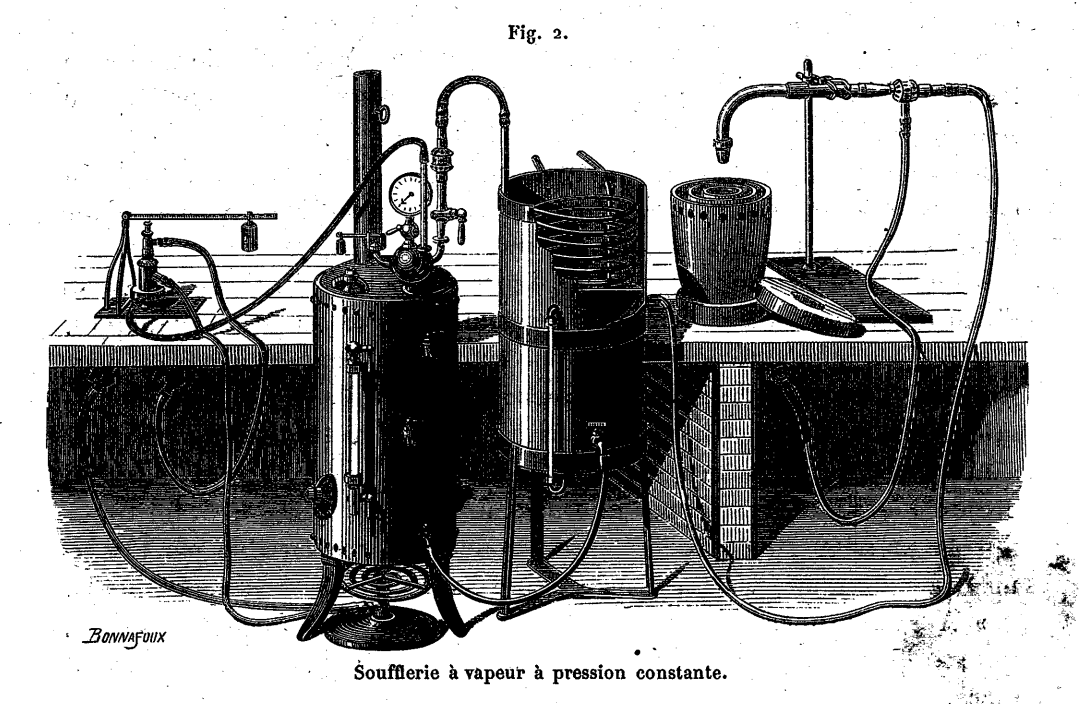
Fig. 1.



par la vapeur et règle l'écoulement du gaz. Dès lors la pression reste invariable, quel que soit l'écoulement de vapeur.

» Le levier est gradué en atmosphères, et un simple déplacement du

Fig. 2.



Soufflerie à vapeur à pression constante.

poids 6 change la pression dans la chaudière, en maintenant constante cette nouvelle pression.

» Cette disposition évite toute surveillance, puisque, si la pression, pour une cause ou pour une autre, pouvait dépasser la limite qui lui est assignée, le gaz s'éteindrait.

» J'ai opéré la contre-pression *par un poids et non par un ressort quelconque* dont l'élasticité toujours variable peut devenir une cause d'accident. On pouvait craindre *a priori* qu'une faible membrane de caoutchouc ne résistât pas à la pression, qui peut être considérable. La pratique a montré qu'il n'en était rien. D'abord, l'appareil étant placé à distance, la membrane reste froide; d'un autre côté, les pressions qu'elle supporte, étant égales sur ses deux faces, s'annulent sans pouvoir la détériorer. Cet appareil si simple m'a rendu de grands services. J'ai pu chauffer une petite marmite de Papin dans laquelle je faisais réagir deux liquides à haute pression, en évitant tout danger d'explosion et toute surveillance. Ce dispositif pourra servir à plus d'un chimiste. Je cite, en terminant, une application industrielle de ce régulateur, faite dans les ateliers de mon habile constructeur, M. V. Wiesnegg.

» Il s'agissait de comprimer de l'air à une pression constante de 100^{mm} de mercure pour alimenter les chalumeaux de l'atelier. Ce résultat a été obtenu en entraînant l'air par un jet de vapeur.

» Le mélange traverse un serpentin refroidi où la vapeur d'eau se condense.

» La chaudière est chauffée au gaz, et, grâce à mon régulateur, la pression y est maintenue absolument fixe, quel que soit le débit.

» Ce mode de chauffage, en supprimant l'ouvrier chauffeur, n'est pas plus coûteux pour ces petites applications que le chauffage au charbon. On n'use, en effet, de combustible que proportionnellement à la quantité de vapeur dépensée, et on a l'immense avantage d'avoir un instrument toujours prêt à fonctionner.

» M. Wiesnegg construit sur ce principe un petit modèle de soufflerie à vapeur chauffé au gaz (*fig.* 2), qui a déjà rendu de grands services, grâce à sa mobilité et à sa parfaite régularité. Lorsqu'une chaudière doit être maintenue en pression de manière à être prête à fonctionner à chaque instant, ce qui est le cas des pompes à incendie à vapeur, c'est certainement le moyen le plus simple d'obtenir le résultat désiré, en supprimant l'ennui de toute surveillance et la possibilité de toute explosion. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau dérivé du sulfure d'azote.* Note de M. EUG. DEMARÇAY, présentée par M. Cahours.

« Le sulfure d'azote soumis à l'action du chlorure jaune de soufre (S^2Cl^2) fournit différents composés, ainsi que Fordos et Gélis l'avaient déjà vu. Ces composés, dont ils se sont contentés de signaler l'existence, méritent pourtant de fixer l'attention par leurs propriétés remarquables. Je me propose de décrire ici l'un deux, qui se forme lorsque le chlorure de soufre est en grand excès; l'action se passe à chaud et, pour qu'elle s'accomplisse bien, le chlorure de soufre doit être étendu de son volume de chloroforme.

» Il se sépare bientôt, au sein du liquide, une poudre cristalline jaune dont la proportion augmente rapidement. En l'absence de chloroforme, elle se séparerait à l'état amorphe et tellement divisée qu'elle remplirait tout le liquide et l'épaissirait au point de rendre la réaction pénible à achever, malgré un énorme excès de chlorure de soufre. On entretient le liquide dans une douce ébullition jusqu'à ce que la poudre déposée soit bien exempte de sulfure d'azote et présente une couleur d'un jaune franc.

» Cette réaction a lieu, du reste, avec dégagement de chaleur. La poudre jaune formée, filtrée à la trompe et lavée au chloroforme chaud, est séchée dans un courant d'air sec. Elle forme alors un composé jaune d'or, cristallin au microscope, insoluble ou presque insoluble dans la plupart des réactifs, excepté pourtant un peu dans le chloroforme et surtout dans le chlorure de thionyle bouillant; elle s'en sépare à froid en aiguilles cristallines légèrement brunâtres. Ce corps présente la composition

$$S^4Az^3Cl$$

et se forme d'après la réaction

$$3Az^2S^2 + S^2Cl^2 = 2S^4Az^3Cl.$$

Il paraît résister à la chaleur mieux que le sulfure d'azote, et ne s'altère que très lentement à l'air humide, et point du tout à l'air sec. Il se dissout dans l'eau en donnant une liqueur jaune, qui ne tarde pas à se troubler en laissant déposer une pondre noire, soluble dans l'ammmoniaque, avec une coloration violette et non encore étudiée jusqu'ici. Les alcalis en faible proportion hâtent cette décomposition.

» Le produit jaune se dissout dans l'acide azotique pur concentré, avec facilité et sans réaction chimique apparente. Cette solution, évaporée dans le vide, sur de la chaux vive et de l'acide sulfurique, laisse déposer des lames cristallisées assez volumineuses, d'un jaune citron. Purifiées de leur eau mère par expression dans du papier buvard, ces cristaux présentent une composition exprimée par la formule

$$S^4Az^3AzO^3.$$

» Ce produit se comporte avec l'eau comme le corps précédent. Il se décompose spontanément après quelques jours et détone assez vivement quand on le chauffe dans un tube.

» Le chlorure S^4Az^3Cl traité par l'acide sulfurique concentré dégage de l'acide chlorhydrique et fournit une solution jaune qui se conserve indéfiniment. Additionnée de quatre ou cinq fois son volume d'acide acétique cristallisable, elle laisse déposer de beaux cristaux aiguillés d'un jaune pâle. Essorés, lavés à l'acide acétique, comprimés entre des feuilles de papier buvard et séchés dans le vide sur de la chaux et de l'acide sulfurique, ils présentent le composition

$$S^4Az^3SO^4H.$$

Ils sont stables et se conservent indéfiniment à l'abri de l'humidité. L'eau les décompose comme les deux composés précédents.

» Il résulte de ce qui précède que le radical S^4Az^3 est susceptible de jouer le rôle d'une base, ou si l'on veut d'un radical alcoolique (ce qui n'est, en définitive, qu'une sorte de base très faible ou même indifférente). Sa constitution, qu'on est tenté de représenter par la formule

$$(Az \equiv S)^3 \equiv S -,$$

semble le rapprocher des sulfines de M. Cahours, par exemple de la triméthylsulfine

$$(CH^3)^3 \equiv S -.$$

» La stabilité de ce groupement (S^4Az^3) paraît être cause qu'il se forme dans quelques autres réactions où l'on serait peu enclin à le voir se produire : par exemple, dans l'action finale du chlorure de thionyle sur le sulfure d'azote; mais cette réaction n'est pas encore assez éclaircie pour que je puisse en parler davantage.

» Je désignerai ces corps par les noms de chlorure, d'azotate et de bisulfate de *thiotrithiazyle*, ce qui revient à désigner, pour la commodité du lan-

gage, le radical SAz par le nom de *thiazyle*. La justification de cette appellation me semble ressortir de la nécessité de nommer les dérivés dont il vient d'être question.

» Si, au lieu de faire agir à chaud le chlorure de soufre sur le sulfure d'azote, on laisse la réaction s'opérer à froid, il se produit un autre composé noir dont je me propose de parler dans une prochaine Note. »

CHIMIE. — *Sur un hypophosphite platineux*. Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Wurtz.

« Aucun sel de platine des acides du phosphore n'est connu. Les hypophosphites de platine notamment n'ont été décrits ni par M. Wurtz ni par M. H. Rose dans leurs recherches sur les hypophosphites.

» J'ai obtenu l'hypophosphite platineux par l'action de l'hydrogène phosphoré sur le tétrachlorure de platine. En faisant passer un courant d'hydrogène phosphoré dans une solution aqueuse de tétrachlorure de platine, il se forme un précipité jaune, s'altérant facilement en brunissant et se redissolvant quelquefois partiellement pendant les lavages.

» Les nombreuses analyses que j'ai faites de ce composé m'ont laissé pendant longtemps dans l'incertitude sur sa composition et m'ont d'abord fait croire à la formation, dans l'action de l'hydrogène phosphoré sur le tétrachlorure de platine, d'un composé analogue aux bases ammoniées du platine. Après des lavages prolongés, le composé ne renfermait presque plus de chlore, et j'ai dû considérer ce métalloïde comme ne faisant pas partie du composé, mais bien d'impuretés qui le souillaient.

» Voici quelques-unes de ces analyses, que je donne pour permettre d'apprécier la nature des impuretés (probablement chlorure et phosphure platineux) :

	I.	II.	III.
Pt	63,5	63,4	62,4
Ph	21,6	21,2	20,8
Cl	2,3	0,9	0,2
O et H (par différence)	12,6	14,5	16,6
	100,0	100,0	100,0

» Si, au lieu de faire passer l'hydrogène phosphoré dans une solution aqueuse de tétrachlorure de platine, on le fait agir sur une dissolution alcoolique (alcool à 90°) additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhy-

drique et maintenue à 0°, on obtient un précipité jaune, bien homogène, qui, après avoir été lavé d'abord à l'alcool, peut être mis en suspension dans l'eau bouillante sans s'altérer. Le lavage peut donc être complet. Le composé ainsi obtenu ne renferme plus trace de chlore. Desséché d'abord à froid, puis à 103°, il a donné à l'analyse les nombres suivants :

	I.	II.	Calculé pour hypophosphite platineux.
Pt	61	60,9	60,4
Ph	19	19,2	18,9
H et O	20	19,9	20,7

» La démonstration serait complète s'il m'avait été possible d'isoler l'acide hypophosphoreux; mais le platine de ce composé n'est précipité ni à froid ni à chaud par l'hydrogène sulfuré, et je n'ai trouvé aucun autre moyen de le séparer sans oxyder l'acide hypophosphoreux.

» Les propriétés de ce composé sont les suivantes :

» Il est insoluble dans l'eau, l'alcool, les acides chlorhydrique, sulfurique, acétique, etc.; l'acide azotique et l'eau de chlore le dissolvent en l'oxydant. Inaltérable à 100°, il se décompose à une température plus élevée, comme les hypophosphites, avec dégagement d'hydrogène phosphoré spontanément inflammable. Traité par une dissolution de potasse concentrée et bouillante, il est décomposé. Du platine se dépose et de l'*hydrogène* se dégage.

» Les propriétés suivantes sont plus remarquables et confirment plus encore la conclusion prise :

» Mis en suspension dans l'eau, ce composé réduit déjà à froid, et cela instantanément, les sels d'argent, d'or, de mercure, de palladium. Le sulfate de cuivre lui-même est réduit à froid. Après quatre ou cinq minutes de contact, la réduction est totale et il ne passe plus trace de cuivre à la filtration. Dans ces réductions, l'hypophosphite platineux se réduit lui-même au moins partiellement.

» Si, après la réduction du sulfate de cuivre par l'hypophosphite platineux, on recueille le dépôt métallique sur un filtre et qu'on le traite ensuite par l'acide chlorhydrique, il se dégage une petite quantité d'hydrogène et du chlorure cuivreux passe en solution dans le liquide filtré. Il y a donc eu formation d'hydrure cuivreux. D'autre part, le platine lui-même se dissout en partie dans l'acide chlorhydrique, comme s'il y avait eu formation d'un hydrure platineux analogue à l'hydrure cuivreux.

» De ces expériences on peut conclure aussi que l'hydrogène phosphoré, en agissant sur les sels des métaux réductibles, passe d'abord à l'état d'acide hypophosphoreux. Si les sels métalliques sont eux-mêmes réductibles par cet acide, comme le sublimé corrosif, par exemple, on ne pourra obtenir l'hypophosphite correspondant; mais, en opérant sur des sels solubles dans l'alcool et à basse température, il est infiniment probable qu'on obtiendra ainsi des hypophosphites inconnus jusqu'ici. »

CHIMIE. — *Sur les borotungstates de sodium.* Note de M. D. KLEIN, présentée par M. Wurtz. (Extrait.)

« Dans une Communication précédente (Tome XCI, page 416), nous annoncions que, en ajoutant un excès d'hydrate borique à une solution bouillante de tungstate de soude, et maintenant l'ébullition un certain temps, il se formait des polyborates alcalins, au nombre desquels figurait le borax, et des eaux mères tenant en dissolution un sel très dense.

» En soumettant ces eaux mères à une ou deux concentrations successives par ébullition et refroidissement, on en sépare encore une certaine quantité de borates alcalins, et l'on finit par obtenir un liquide d'une densité un peu supérieure à 3 (50^{cc} pèsent 151^{gr}). C'est une solution d'un boroduodécitungstate basique de sodium, qui, si l'on prolonge la concentration par la chaleur, cristallise sous forme de cristaux grenus, qu'il nous a été impossible de purifier de manière à en obtenir des analyses concordantes. Toutefois, nous pouvons dire que leur composition se rapproche de celle d'un boroduodécitungstate tétrasodique.

» La composition du sel, desséché à 180°, est à peu près celle du boroduodécitungstate tétrasodique privé d'eau de cristallisation.

» Ce sel est excessivement soluble dans l'eau; sa solution saturée est, comme nous l'avons dit, d'une densité voisine de 3; aussi un morceau de verre nage-t-il à la surface.

» Cette solution peut se préparer avec la plus grande facilité et à peu de frais, l'acide borique et le tungstate de sodium étant des produits commerciaux usuels; aussi les minéralogistes pourront-ils s'en servir avantageusement pour les analyses par voie de séparation mécanique des roches pulvérisées ou des sables.

» M. de Marignac a proposé d'employer dans ce but la solution de silicoduodécitungstate tétrapotassique, M. Scheibler celle de métatungstate de

sodium; mais ces sels sont certainement moins aisés à préparer que celui que nous venons de décrire.

» La solution du sel obtenu en traitant le tungstate neutre de sodium par un excès d'acide borique ne cristallise pas mieux par évaporation dans le vide que par concentration et refroidissement.

» En évaporant dans le vide sur l'acide sulfurique, on obtient une masse blanchâtre, à consistance de mastic, très dense, très épaisse, qu'on ne peut filtrer à la trompe.

» Mais, si à cette solution on ajoute un grand excès d'acide chlorhydrique froid, il se forme, au bout de vingt-quatre heures, un abondant dépôt cristallin. En redissolvant ce dépôt dans l'eau et évaporant dans le vide, on obtient de grandes quantités d'un sel admirablement cristallisé en prismes hexagonaux, bipyramidés, doués d'un éclat adamantin....

» Ce sel est le boroduodécitungstate disodique.

» L'acide chromique et l'acide iodique paraissent former avec les acides molybdique et tungstique des combinaisons complexes, véritables acides, analogues à ceux que forme l'acide borique dont nous décrivons en ce moment les sels.

» Nous comptons en entreprendre prochainement, sinon l'étude complète, du moins la description et la préparation de quelques sels. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques faits relatifs à la transformation du chloral en métachloral.* Note de M. **H. Byasson**, présentée par M. Berthelot.

« On sait que le chloral, conservé en vase clos ou scellé, à la lumière ou à l'obscurité, se transforme, au bout d'un temps variable, en un corps insoluble dans l'eau et désigné sous le nom de *métachloral*. Cette transformation s'opère quels que soient le soin apporté à la préparation et à la purification du chloral liquide, et le nombre des distillations qu'on lui fait subir.

» Or, un premier fait facile à vérifier est le suivant : le chloral anhydre, quel que soit le nombre de rectifications qu'on lui fait subir, retient des traces d'acide sulfurique; mais le chloral anhydre débarrassé de ces traces d'acide sulfurique se conserve indéfiniment à l'état liquide, soit à la lumière, soit à l'obscurité, ou tout au moins pendant quatre années, époque à laquelle remontent nos expériences.

» Pour enlever au chloral anhydre les dernières traces d'acide sulfu-

rique, nous avons pensé à l'agiter avec $\frac{1}{100}$ de son poids de baryte caustique, grossièrement pulvérisée : le liquide, décanté et redistillé, a pu se conserver pendant quatre années, et des échantillons envoyés à l'Exposition de Philadelphie sont revenus sans avoir subi l'apparence d'une transformation. Frappé de ce fait, nous avons institué les expériences suivantes. Du chloral anhydre ainsi préparé a été placé dans des tubes scellés, partagés en trois séries : la première renfermait du chloral anhydre; la deuxième, du chloral anhydre additionné d'une trace d'acide sulfurique monohydraté; la troisième, du chloral anhydre additionné d'une trace d'acide chlorhydrique. Dans les mêmes conditions, la première série n'a subi aucune transformation et le point d'ébullition est resté le même. La deuxième série s'est troublée au bout de deux mois environ, à l'exposition à la lumière; au bout de cinq mois, à l'obscurité. La troisième série s'est troublée au bout de dix mois seulement à la lumière et après dix-sept mois à l'obscurité. Au bout de deux ans, le chloral anhydre additionné d'une trace d'acide sulfurique est, à la lumière, transformé presque entièrement en métachloral, et l'eau n'enlève au corps solide formé qu'une très faible quantité de chloral soluble. L'acide chlorhydrique, au contraire, ne fait éprouver au chloral anhydre qu'une transformation très incomplète.

» De ces faits, nous pouvons conclure que la transformation du chloral anhydre liquide $C^4HCl^3O^2$ en son polymère solide métachloral

$$(C^4HCl^3O^2 - C^4HCl^3O^2)$$

est due à l'action d'une trace d'acide sulfurique, et que cette transformation peut être empêchée, ou longtemps retardée, en le soumettant à l'action de la baryte caustique.

» Nous pensons que l'action mécanique intrinsèque et moléculaire doit s'effectuer de la manière suivante : l'acide sulfurique, en si faible proportion qu'on le suppose mélangé au chloral anhydre, se combine à lui et produit une molécule douée d'une affinité chimique plus grande; mais cette combinaison, très instable, se décompose à son tour par l'action d'une deuxième molécule, pour former une molécule double et plus stable, ou *métachloral*. L'acide sulfurique dégagé se recombine de nouveau, et ainsi successivement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits d'oxydation de l'acide cholalique.* Note de M. **P.-T. Clève**, présentée par M. Wurtz.

« Les produits qui se forment par l'action des réactifs oxydants sur l'acide cholalique ont fait l'objet, pendant ces dernières années, des recherches de plusieurs savants, MM. Latschinoff, Destrem, Tappeiner et Egger. Les résultats obtenus par ces chimistes sont très divergents. M'étant occupé en même temps qu'eux du même sujet, j'ai trouvé de mon côté des résultats assez différents.

» Pour l'oxydation, je me suis servi d'une solution froide et étendue de permanganate de potassium et d'une solution de cholalate sodique pur. La réduction du permanganate marche d'abord assez rapidement, jusqu'à ce qu'on en ait ajouté à peu près le double du poids de l'acide cholalique. Après cela la réaction s'affaiblit. Je l'ai alors interrompue; j'ai séparé le peroxyde et concentré la solution. En ajoutant de l'acide sulfurique étendu en faible excès, j'ai obtenu un corps amorphe, qui forme après dessiccation des fragments vitreux et très électriques. Dans ce produit j'ai en vain cherché des acides gras. Il ne se forme pas une trace d'acide acétique si l'on a employé de l'acide cholalique séché à 100°. Si l'on soumet à l'oxydation l'acide cholalique cristallisé dans l'alcool, on obtient plusieurs centièmes d'acide acétique, ce qui prouve que l'acide cristallisé contient de l'alcool et que l'acide acétique ne provient pas de l'acide cholalique proprement dit. Il se forme aussi de l'acide oxalique. En partant de $23^{gr},3$ de l'acide séché, j'ai obtenu 21^{gr} d'acide amorphe et $2^{gr},324$ de $C^2H^2O^4$, ce qui ne correspond pas à 1^{mol} pour 1^{mol} d'acide cholalique. Il est donc évident que l'acide oxalique ne se forme pas directement de l'acide cholalique. Le produit amorphe contient en majeure partie un corps qui, à l'état de pureté, forme de petits cristaux brillants, prismes rhombiques terminés par des plans dômatiques. Sa composition est $C^{50}H^{70}O^{17} + 4H^2O$. L'eau de cristallisation se dégage aisément à 100°. Avec des bases diverses, ce corps forme des sels, souvent cristallisables, de la formule $C^{25}H^{34}R^2O^9$ et $C^{25}H^{33}R^3O^9$. C'est alors une espèce d'anhydride d'un acide tribasique.

» En prolongeant l'action du permanganate on obient des produits solides, qui consistent dans le même corps $C^{50}H^{70}O^{17}$, exempt des impuretés qui empêchent sa cristallisation. Il se forme, en outre, une quantité notable

d'acide oxalique et un acide amorphe, très soluble dans l'eau et dans l'alcool. Son sel d'argent a donné, par l'analyse, des nombres correspondant à la formule $C^{23}H^{27}Ag^{3}O^{12}$. Néanmoins, je n'ai pas encore assez étudié cet acide pour mettre sa formule hors de doute. Celle que je donne est, pour le moment, l'expression d'une seule analyse.

» En soumettant l'acide cholalique à l'action d'un mélange de dichromate et d'acide sulfurique, j'ai suivi le procédé de M. Egger pour obtenir son acide bilique et celui de M. Tappeiner. Je n'ai pu obtenir l'acide bilique. Au lieu de cet acide, j'ai obtenu le corps $C^{50}H^{70}O^{17} + 4H^{2}O$ et un acide en aiguilles minces, que je n'ai pu isoler en état de pureté.

» En répétant les expériences de M. Tappeiner, je n'ai trouvé ni de l'acide acétique ni les acides gras qui, d'après ce savant, se forment par l'oxydation de l'acide cholalique : je suis donc en mesure de confirmer les résultats obtenus par M. Kutscheroff. Au lieu de l'acide cholestérique de M. Tappeiner, j'ai trouvé le corps $C^{50}H^{70}O^{17}$. En effet, les produits principaux de l'oxydation consistent dans cet acide et l'acide cholanique, découvert par M. Tappeiner. Les nombres qu'ont fournis mes analyses s'accordent assez bien avec ceux obtenus par ce savant; mais j'ai des raisons pour croire que la formule de l'acide cholanique est $C^{27}H^{36}O^{7}$ et qu'il est tribasique.

» Il résulte de mes recherches que l'acide cholalique contient probablement 25^{at} de carbone, et que ces atomes forment un enchaînement assez solide. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'excrétion, par l'urine, de soufre incomplètement oxydé, dans divers états pathologiques du foie.* Note de MM. R. **Lépine** et **Flavard**, présentée par M. Vulpian.

« Ronalds (*Philosoph. Transact.*, 1846), et plus récemment MM. Voit, Schmiedeberg, Meissner, Sertoli, Kulz, Gscheidlen, Lœbisch, Munk, Salkowski, Thudichum, etc., ont insisté sur le fait qu'à l'état physiologique l'urine de l'homme et de plusieurs animaux renferme divers composés sulfurés dans lesquels le soufre n'est pas à l'état d'acide sulfurique [1];

---

[1] Ces composés n'ont rien de commun avec les acides sulfoconjugués découverts par M. Baumann, dans lesquels le soufre est à l'état d'*acide sulfurique* combiné au phénol, à la brenzcatechin ou à l'indigo.

mais personne n'a encore recherché ce qu'il advient de ce soufre incomplètement oxydé dans les cas où la sécrétion biliaire est troublée.

» Or, tandis qu'à l'état normal l'acide sulfurique *préexistant* (c'est-à-dire à l'état de sulfates et d'acides sulfoconjugués) représente *plus de* 80 *pour* 100 de l'acide sulfurique obtenu en évaporant l'urine et en calcinant le résidu en présence du nitrate de potasse et du carbonate de soude, ou, en d'autres termes, tandis qu'on ne produit, en oxydant complètement le soufre contenu dans une urine normale, qu'une quantité d'acide sulfurique inférieure à 20 pour 100 de l'acide sulfurique *total*, nous avons pu constater, dans bon nombre de cas d'ictère, que l'acide sulfurique artificiellement produit figurait pour plus de 25 pour 100, et parfois même pour plus de 40 pour 100 de l'acide sulfurique total, le chiffre de l'acide sulfurique préexistant n'étant d'ailleurs pas abaissé par rapport à celui de l'azote. Dans plusieurs cas de cirrhose atrophique, nous avons aussi observé un excès relatif de soufre incomplètement oxydé, mais moindre, en général. Pour cette raison et d'autres encore, nous pensons qu'un obstacle à l'écoulement de la bile est une condition fort importante pour la production de l'excès en question. Au contraire, dans les cas où la sécrétion de la bile est réduite au minimum, son excrétion restant libre, il semble y avoir diminution, dans l'urine, du soufre non oxydé, et augmentation, par rapport à l'azote, de l'acide sulfurique préexistant. C'est du moins ce que nous avons pu voir dans plusieurs cas de foie gras, chez des phthisiques. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la sensibilité visuelle et ses rapports avec la sensibilité lumineuse et la sensibilité chromatique.* Note de M. A. CHARPENTIER, présentée par M. Vulpian.

« Après avoir déterminé, dans des conditions diverses, l'éclairement minimum que doit avoir une surface lumineuse pour provoquer une sensation de lumière dans l'œil, j'ai voulu faire la même étude, non plus sur des surfaces d'éclairement uniforme, mais en prenant comme objet des points lumineux séparés les uns des autres par des intervalles obscurs. J'ai découvert, dans le cours de ces recherches, un fait remarquable, qui m'a amené à la distinction d'un nouveau mode de sensibilité, que je propose de nommer *sensibilité visuelle*.

» L'œil est placé dans une chambre complètement obscure, vis-à-vis du

verre dépoli qui forme la paroi antérieure de mon appareil à graduer la lumière (décrit dans des Notes antérieures). Ce verre dépoli constitue une surface que l'on peut éclairer uniformément et à des degrés divers à partir de zéro. Dans l'expérience actuelle, ce verre dépoli est recouvert en totalité d'un écran en papier noir dans lequel on a seulement percé vis-à-vis de l'œil trois ou quatre petits trous. Pour prendre un exemple : dans un cas ces petits trous étaient au nombre de quatre, formant les quatre coins d'un carré de $0^m,001$ de côté; ces trous avaient un diamètre de 2 dixièmes de millimètre; l'œil était à une distance de $0^m,20$; ma myopie était exactement corrigée, du reste mon œil n'est pas astigmate, de sorte que je voyais *très nettement et sans la moindre irradiation* les quatre points en question quand on les rendait lumineux.

» Or, si l'on règle l'éclairement de ces points de manière à augmenter graduellement leur intensité lumineuse à partir de zéro, il arrive que pour un certain éclairement minimum on éprouve une sensation de lumière plus ou moins diffuse. *A ce moment, on n'a aucune notion de l'existence des quatre points.* Ce n'est qu'en augmentant *notablement* l'éclairement de cet derniers qu'on arrive à résoudre en ses éléments la nébulosité primitive et à distinguer les points les uns des autres. Il faut depuis deux ou trois fois jusqu'à dix-huit et vingt fois plus de lumière pour distinguer les points que pour avoir la sensation lumineuse primitive. C'est là, comme on voit, un rapport très variable; mais voici de quelle condition dépend cette variabilité.

» Après avoir fait l'expérience une première fois avec l'œil dans ses conditions ordinaires d'activité, c'est-à-dire adapté à la lumière du jour, on la renouvelle après avoir maintenu l'œil dans l'obscurité pendant cinq minutes ou davantage; on constate alors : 1° qu'il faut beaucoup moins de lumière qu'auparavant pour provoquer la sensation lumineuse primitive; 2° mais *qu'il faut toujours la même quantité de lumière* que dans la première expérience pour distinguer les uns des autres les points lumineux. Le rapport de cette seconde quantité à la première se trouve donc augmenté. On voit ainsi qu'il varie suivant l'état d'adaptation de l'œil à la lumière.

» J'ai donné précédemment au premier mode de sensibilité, au plus simple, le nom de *sensibilité lumineuse;* le second pourrait être appelé *sensibilité visuelle.* Il correspond à la fonction que l'on nomme *acuité visuelle,* par laquelle on a la notion de la forme des objets; seulement il s'exprime différemment : l'acuité visuelle s'exprime par le plus petit angle sous lequel on puisse reconnaître comme distincts deux points lumineux; la sensibilité

visuelle s'exprimera par la plus petite quantité de lumière qui devra éclairer ces deux points pour les rendre distincts l'un de l'autre.

» La sensibilité visuelle et la sensibilité lumineuse pouvant varier isolément correspondent à deux fonctions distinctes. De plus, la sensibilité visuelle, exigeant pour entrer en jeu plus de lumière que la sensibilité lumineuse, correspond évidemment à une fonction plus complexe; c'est là un fait analogue à celui que j'ai démontré précédemment pour la production des sensations de couleur.

» Ces expériences, répétées à plusieurs reprises soit sur mes yeux, soit sur des yeux emmétropes ou sur des yeux myopes exactement corrigés et non astigmates, ont donné constamment les résultats ci-dessus exprimés.

» J'ai dû me demander, une fois ces points établis, si la sensibilité visuelle exigeait pour sa production plus de lumière que la sensibilité chromatique, ce qui était facile à étudier en éclairant les points avec des lumières colorées. Or, j'ai pu établir sous ce rapport deux ordres de faits :

1° Si les points sont éclairés par une couleur simple, saturée, la couleur est perçue avant que les points soient distingués, ou plutôt elle est perçue avec moins de lumière.

» 2° Si au contraire la couleur est complexe, mélangée de blanc, le fait inverse peut se produire, et c'est ce qui a lieu, notamment avec la plupart des verres colorés que l'on trouve dans le commerce.

» Le premier fait est capital; il nous montre que l'on doit distinguer dans l'appareil visuel plusieurs modes de sensibilité qui sont, par ordre de complexité : la sensibilité lumineuse, réaction la plus simple de l'appareil visuel; la sensibilité chromatique, par laquelle nous percevons les couleurs; la sensibilité visuelle, grâce à laquelle nous distinguons les formes.

» En d'autres termes, la première action de la lumière pénétrant dans l'œil à dose très minime est de produire dans tous les cas une sensation lumineuse diffuse, non différenciée soit comme couleur, soit comme forme; pour une dose un peu plus forte on a, s'il y a lieu, la notion de couleur; et ce n'est que par une élaboration encore plus complète, nécessitant encore plus de lumière, que l'on peut résoudre en ses éléments divers l'objet lumineux présenté à l'œil. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *De la distribution de la lumière dans le spectre solaire (spectre des daltoniens).* Note de MM. **J. Macé** et **W. Nicati**, présentée par M. Vulpian.

« Après avoir étudié la distribution de la lumière dans le spectre solaire et mis en évidence, comme on a pu le voir dans notre précédente Note ([1]), les différences notables qui se présentent lorsqu'on compare entre eux des observateurs dont la vision des couleurs est normale, nous nous sommes proposé d'étudier au même point de vue, et par les mêmes méthodes, divers daltoniens.

» Nous avons pu effectuer quatre séries d'observations, plusieurs fois répétées, chacune, de manière à ne laisser aucun doute sur les résultats obtenus. Ces résultats sont résumés dans le Tableau ci-dessous ([2]). (Les expériences relatives au deuxième observateur sont moins précises que les autres.)

Longueurs d'onde en dix-millièmes de millimètre.	Intensités (spectre normal).	Rapports. Daltoniens pour le rouge. 1er observateur.	2e observateur.	3e observateur.	Daltonien pour le vert 4e observateur.
0,681......	15,1	0,0828	0,0800	0,0699	»
0,641......	111	0,143	0,315	0,184	2,71
0,613......	252	»	»	0,417	»
0,589......	768	0,527	0,733	0,573	0,767
0,569......	1000	0,831	»	»	»
0,550......	954	1,355	1,235	1,367	0,560
0,534......	513	»	»	»	»
0,520......	314	1,798	2,775	2,047	0,459
0,507......	128	»	3,125	2,132	0,325
0,497......	42,3	3,10	2,500	1,700	0,280
0,476......	5,47	»	»	»	0,507
0,458......	1,84	4,80	2,400	0,683	0,650
0,442......	0,521	5,13	2,575	»	1,109
0,428......	0,183	»	»	»	2,128

([1]) *Comptes rendus,* séance du 11 octobre 1880. — Dans le Tableau publié à cette époque s'est glissée une erreur d'impression pour l'intensité perçue par le troisième observateur; dans la région $\lambda = 0^{\mu},613$, on doit lire 163 au lieu de 16,3.

([2]) Il est à noter que, dans le Tableau publié le 11 octobre, nous avons fait figurer directement les quantités de lumière perçues dans les diverses régions du spectre par les différents

» De l'examen de ces nombres, il résulte les faits suivants :

» 1° Pour trois des daltoniens examinés, *la vision du rouge est extraordinairement affaiblie*. Dans le jaune la vision est à peu près normale, et enfin, *dans le vert, non seulement le daltonien perçoit bien la lumière, mais il la perçoit mieux que l'œil normal*.

» 2° Pour le quatrième daltonien au contraire, *la vision du rouge est plus vive que pour l'œil normal;* le jaune est assez bien perçu, tandis que *la sensation du vert est fortement affaiblie*. La vision redevient normale dans le bleu et le violet.

» 3° Entre divers daltoniens de même nature (ne percevant pas le rouge), il existe, au point de vue de la vision du bleu et du violet, des différences notables, analogues à celles que nous avons rencontrées entre différents yeux normaux.

» Des conclusions importantes découlent de ces faits :

» A. Ils établissent d'une manière certaine l'existence contestée des deux espèces distinctes de daltonisme : daltonisme pour le rouge avec perception intacte et même exagérée des rayons verts (1, 2, 3) et daltonisme pour le vert avec perception intacte ou exagérée des rayons rouges (4).

» B. Ils battent en brèche la théorie des couleurs de Hering, d'après laquelle deux substances photochimiques présideraient : l'une à la perception du rouge et du vert, l'autre à la perception du jaune et du bleu; l'une des lumières accouplées agissant par destruction ou *désassimilation*, l'autre exerçant un pouvoir régénérateur ou *d'assimilation*. Cette théorie ne peut en effet s'accommoder d'un daltonisme pour l'une seulement des deux couleurs conjointes, à moins que, par impossible, on n'admette que la substance photochimique a conservé la faculté d'être régénérée par la lumière alors qu'elle aurait perdu celle d'être détruite par elle ou inversement; à moins encore, hypothèse plus plausible, que l'on n'admette que les ter-

---

observateurs. Pour permettre de mieux juger des différences qui existent entre la vue normale et celle d'un daltonien, nous préférons faire figurer dans le Tableau ci-joint les rapports de la quantité de lumière perçue par le daltonien en une région quelconque du spectre à la quantité de lumière perçue par l'œil normal (premier observateur de la Note précédente). Il suffirait par suite, pour obtenir la distribution de la lumière dans le spectre de l'un quelconque des daltoniens étudiés, de multiplier les coefficients qui figurent dans le Tableau par les intensités perçues par l'œil normal, que l'on a reproduites dans la deuxième colonne verticale. Ces nombres ont été calculés de telle sorte que la somme des intensités perçues dans tout le spectre fût la même pour chaque daltonien que pour l'œil normal auquel on les compare.

minaisons nerveuses périphériques ou centrales (rétine ou cellules cérébrales) ont pu perdre leur sensibilité à l'un des ordres de phénomènes, tout en la conservant pour l'autre.

» C. Les faits observés, tant pour la vision des daltoniens que pour la vision normale, nous semblent par contre s'accommoder fort bien de la théorie des couleurs de Young-Helmholtz. Sans vouloir affirmer que cette dernière théorie soit la seule possible, nous ferons remarquer avec Weinhold ([1]) que la théorie photochimique de la vision des couleurs lui est directement applicable, si l'on imagine dans la rétine trois substances photochimiques distinctes, correspondant aux trois couleurs fondamentales de Young ou plutôt de Maxwell : rouge, vert, violet, et possédant la propriété reconnue au pourpre rétinien de se régénérer constamment d'elles-mêmes.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des réactions de la zone du cerveau dite motrice, sur les animaux paralysés par le curare.* Note de MM. **Couty** et **de Lacerda**, présentée par M. Vulpian.

« L'un de nous a déjà montré que l'on pouvait réaliser diverses conditions dans lesquelles un animal, ayant perdu tous ses mouvements spontanés ou volontaires, conservait encore les phénomènes regardés comme démonstratifs de l'excitabilité de l'écorce grise du cerveau et de sa subdivision en centres fonctionnels localisés. En continuant nos expériences sur le curare, nous nous sommes servis de la propriété qu'a cet agent, de supprimer complètement toutes les manifestations cérébrales, alors qu'il laisse encore intactes les fonctions des centres nerveux sous-jacents. L'animal curarisé, comme on le sait, perd d'abord ses mouvements volontaires, plus tard ses mouvements respiratoires, et plus tard encore les secousses asphyxiques ou réflexes d'origine médullaire. Nous avons donc étudié, sur neuf chiens et sur deux singes, l'état de l'excitabilité dite corticale à ces diverses périodes de la curarisation.

» Au moment où l'animal agité de secousses irrégulières est encore capable de mouvements volontaires incomplets et mal coordonnés, la zone motrice nous a paru devenir un peu plus sensible à l'électricité : dans plusieurs cas, l'intensité du courant minimum nécessaire pour produire une

(1) *Wiedemann's Annalen der Physik*, II, p. 631.

contraction a légèrement diminué, et dans deux le nombre des mouvements produits par l'excitation du gyrus a augmenté; de plus ces mouvements paraissaient plus amples, plus brusques, modifiés dans leur forme.

» Après ces premiers phénomènes inconstants, ou difficiles à voir, si la curarisation n'est pas graduée, l'animal perd complètement ses mouvements volontaires des membres, puis de la face; mais, à ce moment, l'excitabilité de la zone corticale dite motrice reste toujours intacte.

» Cette excitabilité persiste complète ou à peu près, même après l'arrêt des mouvements respiratoires. L'animal ne peut plus mouvoir spontanément aucun de ses muscles, pas même le diaphragme; et cependant il reste capable d'exécuter tous les mouvements que l'on a attribué à la mise en fonctionnement de l'écorce grise, et à cette période le nombre de ces mouvements peut même être plus grand qu'à l'état normal.

» Mais, à cette période aussi, d'autres mouvements persistent, et l'excitation du nerf sciatique ou encore l'asphyxie peuvent déterminer des secousses réflexes, irrégulières, mais très nettes, des membres et de la face. De même, dans deux cas de contracture des membres antérieurs, consécutive à une ligature médullaire, nous avons vu ces contractures médullaires, comme les phénomènes d'excitabilité dite corticale, persister après l'arrêt de la respiration spontanée.

» Tous ces mouvements d'origine médullaire, mouvements réflexes, secousses asphyxiques ou mouvements par excitation corticale, vont disparaître à peu près en même temps. L'excitation du sciatique cesse d'abord de produire aucun réflexe, et à ce moment, le plus souvent, de légères secousses peuvent être encore provoquées soit par le sang asphyxique, excitant direct, soit par l'électrisation du cerveau. Sur le singe même, il nous a semblé que les mouvements dits corticaux restaient encore possibles après la fin des secousses médullaires réflexes ou asphyxiques. A ces périodes ultimes, il y a, il est vrai, modification de la forme et du siége des mouvements produits : les contractions sont moins amples, et de plus, pour l'asphyxie comme pour les électrisations du gyrus, elles occupent surtout ou seulement les lèvres, la face, les paupières et quelquefois les peauciers du corps. Mais toutes ces particularités des phénomènes s'ajoutent à leur évolution, pour établir que les mouvements d'origine corticale sont modifiés par le curare comme les autres mouvements médullaires. Les réflexes croisés produits par l'électrisation du cerveau restent donc conductibles à travers les nerfs curarisés, longtemps après l'impossibilité des transmissions fonctionnelles cérébrales et bullaires. Mais il y a bien réflexe et intervention des

cellules médullaires, car après la cessation de la transmissibilité de ces divers mouvements, corticaux, réflexes et asphyxiques, les nerfs périphériques ou les fibres blanches médullaires elles-mêmes sont encore assez excitables, comme nous l'avons constaté dans diverses expériences.

» De même, à ces périodes, et même après que la moelle et les nerfs ont perdu leur excitabilité, il reste possible de provoquer des troubles divers et bien connus du système sympathique par l'électrisation du cerveau.

» Tous les phénomènes produits par l'électrisation de l'écorce grise dépendent donc non du cerveau, mais de l'état des centres nerveux sous-jacents; et puisque, sur les animaux curarisés, nous les voyons varier et disparaître avec les autres manifestations fonctionnelles de ces divers centres, c'est bien sur ces centres médullaires ou même médullo-sympathiques que vient agir directement l'électrisation du cerveau. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le passage des globules rouges dans la circulation lymphatique.* Note de M. LAULANIÉ, présentée par M. Bouley.

« On sait, par les recherches de M. Colin, et il est facile de s'assurer que la lymphe qui s'écoule d'une fistule lymphatique conserve indéfiniment sa pureté et ne renferme pas de globules rouges. Ceux qu'on trouve dans le canal thoracique s'expliquent par des reflux du sang vers le canal lui-même, dont l'appareil valvulaire à son insertion est plus ou moins imparfait. D'autre part, la diapédèse des globules rouges a été constatée maintes fois, et on en a signalé la présence dans les vaisseaux lymphatiques provenant de tissus enflammés ou, dans les cas exceptionnels, dans des vaisseaux lymphatiques très détachés du derme. Ces faits établissant la possibilité de l'introduction des globules rouges dans la lymphe, il devenait intéressant d'isoler le phénomène de toutes les circonstances inconnues qui interviennent dans les cas pathologiques et de le réduire, par l'expérience, à un degré de simplicité qui permît d'en saisir les conditions.

» A cet effet, j'établis sur un cheval une fistule lymphatique sur l'un des vaisseaux satellites de la carotide. Je pratique du même côté la ligature de la jugulaire compliquée ou non de la section du cordon cervical du grand sympathique. Cette double opération n'est pas toujours suivie d'œdème; par contre, il peut se produire après la simple ligature de la jugulaire. Quoi qu'il en soit, dans tous les cas, que l'opération ait eu ou non pour résultat la formation d'un œdème, elle entraîne nécessai-

rement le passage des globules rouges dans la circulation lymphatique. Ce passage ne suit pas immédiatement l'oblitération veineuse : examinée à intervalles très rapprochés, la lymphe conserve sa pureté jusqu'à la douzième heure environ. A ce momemt, on compte deux ou trois globules rouges par champ (oculaire 2 quadrillé, objectif 6 de Verick). Deux heures après, ce nombre s'est élevé au point de devenir égal à celui des leucocytes (20 à 30 par champ). Par un accroissement irrégulier, il atteint à la quarantième heure environ une valeur moyenne dans laquelle il se maintient avec des oscillations qui peuvent être très étendues. Le Tableau suivant donnera une idée de la marche du phénomène.

				Globules rouges par champ.
Quatorze heures après la ligature, on compte			......	4 à 5
Seize	»	»	....	20 à 30
Dix-neuf	»	»	....	30 à 40
Vingt	»	»	....	50 à 60
Trente-huit	»	»	....	70 à 80
Quarante-trois	»	»	....	100 à 110
Soixante	»	»	....	70 à 80
Soixante-trois	»	»	....	100 à 110

» Ce Tableau ne renferme que les termes principaux de la progression; j'en ai écarté des chiffres excessifs, qui sont dus vraisemblablement à des changements insaisissables de la circulation lymphatique ou sanguine.

» On peut d'ailleurs produire à volonté des variations considérables dans le nombre des globules rouges : il suffit pour cela de faire manger l'animal. L'écoulement de la lymphe devient aussitôt très rapide, et brusquement le nombre des hématies s'élève à un chiffre double pour redescendre à sa valeur primitive, dès qu'on fait cesser la mastication. Le nombre des leucocytes reste invariable.

» L'influence de la mastication s'explique naturellement par la suractivité circulatoire qui en est la conséquence nécessaire, de telle sorte qu'on pourrait concevoir la possibilité de modifier le passage des globules rouges dans la lymphe en agissant sur le grand sympathique cervical. Cependant, la section de ce nerf ne m'a pas paru hâter d'une manière sensible l'accès des globules rouges. D'autre part, ceux que j'ai trouvés dans la lymphe après la section du grand sympathique, sans ligature de la jugulaire, étaient trop rares pour qu'on puisse légitimement attribuer leur présence à la dilatation vasculaire. Enfin si, dans certains cas, la galvanisation du grand sympathique a coïncidé très nettement avec une diminution considérable du

nombre des hématies dans la lymphe, ce résultat ne se produit pas avec une régularité et une constance suffisantes pour autoriser des conclusions.

» En résumé : 1° L'oblitération des vaisseaux veineux a pour conséquence nécessaire le passage des globules rouges dans les vaisseaux lymphatiques correspondants.

» 2° Il s'écoule entre le moment de l'oblitération vasculaire et l'apparition des hématies dans la lymphe un temps assez considérable (douze heures environ), pendant lequel des communications artificielles s'établissent entre les vaisseaux sanguins et lymphatiques, à moins qu'il n'existe, comme l'affirme M. Sappey, des voies naturelles qui s'agrandiraient sout l'influence de la stase sanguine.

» 3° Le nombre des globules rouges s'accroît dès leur apparition, jusqu'à la quarantième heure environ, pour osciller autour d'une valeur moyenne (70 à 80 par champ).

» 4° Les phénomènes physiologiques, comme la mastication, qui sont accompagnés d'une augmentation de la vitesse et de la pression sanguines exagèrent notablement le passage des globules rouges et restent sans influence sur le nombre des globules blancs.

» 5° L'influence du système nerveux sur le phénomène est encore à déterminer. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur les gaînes interne et externe des poils* (stratum vésiculeux, *formation réticulée, lame kératogène*). Note de M. J. **Renaut**, présentée par M. Bouley.

« I. Le bourgeon ectodermique piliformateur est constitué par un cylindre plein de cellules ectodermiques fœtales, sur la paroi duquel la couche de cellules cylindriques (ou génératrice) du corps muqueux se poursuit en formant un revêtement continu. Plus tard le fond du germe pileux devient le siège d'une différenciation spéciale : les cellules génératrices végètent de bas en haut suivant l'axe du germe et forment un cône qui se kératinise, du centre à la périphérie, par bandelettes d'abord distinctes, puis fusionnées plus haut en un cylindre homogène. C'est à ce cône, qu'une ligne de cuticulisation (*ligne de l'épidermicule*) sépare nettement de la masse ambiante du germe, que convient le nom de *couche piligène* (*Haarbett*). On aurait une idée de la façon dont est alors constitué le germe pileux en introduisant, dans une cloche allongée et renversée,

un entonnoir également renversé; cet entonnoir limiterait la couche piligène, et l'espace intercepté entre sa surface et la paroi de la cloche dessinerait une encoche circulaire que je propose de nommer *encoche de la gaîne externe* de la racine du poil.

» A la surface de la couche piligène conique, la kératinisation des cellules placées en série s'effectue d'emblée et par bandes, de sorte qu'à sa base le cône de corne est pénicillé. L'imprégnation cornée, d'abord granuleuse, commence par le ciment interépithélial, puis envahit peu à peu l'exoplasme cellulaire; mais elle n'est jamais précédée de l'atrophie complète des noyaux, que j'ai toujours pu mettre en évidence, même dans l'épidermicule. Ce caractère est important et ne se retrouve que dans les productions cornées non desquamantes (ongles, odontoïdes cornées, dents cornées des Cyclostomes). Après un certain trajet, les bandelettes de corne se fondent en un cylindre homogène qui est la racine du poil, tandis que la portion pénicillée appartient au bulbe.

» II. La paroi de l'encoche de la gaîne externe est revêtue, chez le fœtus de sept mois, par la couche génératrice dans tout son parcours. En dedans de cette couche existe un stratum de cellules malpighiennes affectant le caractère fœtal. Chez l'adulte, les éléments de ce stratum prennent, en descendant vers le bulbe, une apparence spéciale. Les cellules, tout en demeurant dentelées, deviennent vésiculeuses; leur noyau reste central, et l'endoplasme qui l'entoure est transparent comme du verre. Les éléments de ce *stratum vésiculeux* sont disposés sur deux ou plusieurs rangées; en devenant de plus en plus internes, ils sont de plus en plus clairs; fréquemment leur noyau s'atrophie par dilatation du nucléole. Enfin la gaîne externe se termine par une rangée de cellules dont le noyau est complètement atrophié et qui, sur le poil émergé, sont toutes disposées comme des calottes que l'on aurait empilées. Sur les coupes parallèles à l'axe du poil elles se montrent donc comme des croissants superposés et à concavité supérieure. Cette couche sans noyaux est celle de Henle, que l'on rattache ordinairement à la gaîne interne; elle est la continuation exacte du *stratum lucidum*, comme la gaîne externe est celle du corps muqueux; elle finit avec cette gaîne à la pointe de l'encoche : elle est donc vraisemblablement le résultat de son évolution propre. La gaîne externe ne diffère surtout de l'ectoderme ordinaire qu'en ce qu'elle est dépourvue de ligne granuleuse, et le produit de son évolution, la lame de Henle, est formée de cellules à noyau atrophié, comme celles de l'épiderme parfait.

» III. A mesure qu'elle s'approche du coin qui termine son encoche, la

gaîne externe se modifie. Le stratum vésiculeux prend son développement maximum au-dessus du coin; puis, quand la gaîne s'engage dans ce dernier, il diminue de hauteur comme elle. La lame de Henle s'amincit et meurt de la même façon. Sur ce point de passage, j'ai découvert dans les poils volumineux, tels que les cils, une formation particulière de la gaîne externe, dont les cellules, devenues vésiculeuses jusque dans la couche des cellules cylindriques, pressent ces dernières et les compriment dans leurs intervalles. Les cellules génératrices s'effilent alors sous forme de traits qui strient obliquement le stratum vésiculeux; ainsi allongées et réduites, elles croissent néanmoins, donnent naissance par bourgeonnement à des éléments cellulaires qui se poursuivent dans les intervalles laissés par les cellules vésiculeuses, dont ils sont toujours séparés par une double ligne de ciment, et constituent enfin un *appareil réticulé intercalaire*. Les branches de ce réseau, formées par les prolongements des cellules ramifiées, dessinent un filet de mailles qui enveloppent le stratum vésiculeux à sa périphérie et qui, sur nombre de points, le traversent jusqu'à la couche de Henle. Aucun prolongement de ce réseau ne perce la limitante vitrée du derme ni même ne s'engage dans son épaisseur. Il ne s'agit ici ni de cellules fixes du tissu connectif, ni de ramifications nerveuses, mais d'une modification des éléments de l'ectoderme, rappelant de loin celle que subissent les cellules du sac adamantin pour former la masse muqueuse de Huxley.

» IV. La couche de Henle limite en dedans la gaîne externe au niveau du coin de l'encoche. Entre cette couche et l'épidermicule existe une lame cellulaire (*manteau rouge* d'Unna), que je désignerai sous le nom de *manteau latéral du bulbe*. C'est l'origine de la couche de Huxley, seule véritable gaîne interne ou bulbaire de la racine. Ses cellules sont petites, cubiques, striées finement dans le sens de leur hauteur, et possèdent toujours un noyau distinct (caractère commun à tous les dérivés de la couche piligène); implantées d'abord normalement à la surface du bulbe, elles se redressent en remontant le long du cône pileux, s'aplatissent en écailles minces et s'imbriquent comme les tuiles d'un toit. Chez le fœtus de sept mois elles sont infiltrées d'une innombrable quantité de grains disposés en série dans les cannelures de leur striation quand elles sont squamiformes et naissant dans leur protoplasma quand elles sont cubiques au niveau du manteau. Les grains sont arrondis, de grosseur variable; l'osmium les laisse incolores; ils ont la réfringence et les réactions de la corne jeune et granuleuse qui infiltre les cellules du cône pileux, dont le manteau est séparé par l'épidermicule. *La gaîne granuleuse commence au point précis où débute la kératinisa-*

tion de la couche piligène; elle entoure le poil comme d'un étui tant qu'il est encore formé de bandelettes cornées distinctes; *dès que la tige du poil est homogène, l'étui granuleux s'arrête net.* La gaîne de Huxley dépasse ce niveau de fort peu en devenant absolument incolore; après quoi elle meurt en s'effilant.

» Le manteau latéral et la lame de Huxley qui lui fait suite paraissent donc avoir pour fonction de sécréter la corne granuleuse, reprise ensuite par le cône pileux et jouant un rôle dans la soudure définitive de ses bandelettes cornées, jusque-là distinctes. Aussi je considère ce système comme caractéristique de la *kératinisation piliformative* et je propose de lui réserver le nom de *lame kératogène de perfectionnement* ([1]). »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles recherches sur les organes du tact.* Note de M. L. RANVIER.

« Dans une première Communication ([2]), j'ai établi que les nerfs se terminent, dans les corpuscules du tact du bec et de la langue des Palmipèdes, par des disques situés entre des cellules spéciales, *disques tactiles* et *cellules du tact*. Depuis, j'ai étendu mes recherches à d'autres organes : je vais exposer sommairement les résultats les plus importants auxquels elles m'ont conduit ([3]).

» Dans l'extrémité profonde des bouchons épidermiques du groin du cochon, il existerait, d'après Merkel, au milieu des cellules épithéliales ordinaires, des cellules spéciales dans lesquelles les nerfs du tact viendraient se terminer. En réalité, ces nerfs, après avoir pénétré dans l'épithélium, se divisent, se subdivisent et forment, à la surface des cellules de Merkel, des ménisques qui paraissent semi-lunaires lorsqu'ils sont vus de profil, sur des coupes faites perpendiculairement à la surface du tégument, étoilés et anastomosés par leurs prolongements lorsqu'on les observe de face. Les

---

([1]) Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

([2]) *De la terminaison des nerfs dans les corpuscules du tact* (*Comptes rendus*, 1877, p. 1020).

([3]) Je publierai l'historique de cette intéressante question, les méthodes de recherche que j'ai suivies, les détails de mes observations et les dessins qui les représentent, dans un Ouvrage actuellement sous presse, et qui contient mes Leçons faites au Collège de France en 1879-1880. Cette Note ne renferme donc qu'une simple Communication préalable.

ménisques tactiles du groin du cochon ont vraisemblablement la même signification que les disques tactiles des Palmipèdes.

» La terminaison des nerfs par des ménisques tactiles est encore plus accusée dans les poils à sinus sanguin, qui forment la moustache de la plupart des Mammifères. Chacun des nombreux tubes nerveux qui atteignent la membrane vitrée, dans la région bien connue, traversent cette membrane, gagnent la gaîne épithéliale externe, où ils se divisent en donnant plusieurs fibres pâles qui s'écartent les unes des autres. Ces fibres dépassent la première rangée des cellules de la gaîne externe de la racine, puis elles décrivent une courbe dont la convexité regarde l'axe du poil, et reviennent vers la membrane vitrée, à la surface interne de laquelle elles donnent naissance à des ménisques tactiles. Ces ménisques sont très nombreux; ils sont concaves-convexes. Tous ont la même orientation : leur concavité regarde en bas. Sur une coupe tangentielle du poil, comprenant la gaîne épithéliale externe de la racine, ils forment un ensemble élégant, qui rappelle une bande d'oiseaux dans le ciel. Ils sont appendus en grand nombre aux ramifications d'un même tube nerveux afférent, et concourent à former avec elles une arborisation terminale d'une certaine étendue.

» J'arrive aux corpuscules du tact de l'homme. Ces organes ont une structure si complexe, qu'il est bien difficile d'en apprécier les détails et même la disposition générale, si l'on se contente de les étudier chez l'adulte à l'aide des divers procédés employés aujourd'hui dans les recherches histologiques. C'est la raison pour laquelle les uns y voient des fibres nerveuses enroulées en spirales, d'autres des massues terminales plus ou moins compliquées, analogues aux corpuscules de Pacini; enfin, Merkel croit y avoir observé des cellules du tact, *cellules nerveuses sensorielles terminales*.

» Cette question obscure est éclairée d'un jour tout nouveau, si l'on étend les observations au nouveau-né et aux jeunes enfants. Au moment de la naissance, les nerfs du tact montent dans certaines papilles de la face palmaire des doigts et se terminent à leur sommet, immédiatement au-dessous des cellules de la première rangée du corps muqueux de Malpighi, en formant une arborisation dont les branches, bien que fort distinctes, sont plus ou moins tassées les unes sur les autres, comme par une poussée se faisant de bas en haut. A cette époque, l'arborisation terminale qui représente le corpuscule du tact embryonnaire n'est mélangée d'aucune espèce d'éléments cellulaires; mais, au-dessous d'elle, il existe un petit amas de cellules rondes, claires et bien nettes. En poursuivant ces recherches sur des enfants de divers âges, j'ai pu reconnaître les phases suc-

cessives de la formation des corpuscules du tact, et j'ai été conduit ainsi à apprécier plus exactement leur structure. Peu à peu, les cellules, amassées d'abord au-dessous de l'arborisation terminale, en gagnent les côtés, l'enveloppent et s'insinuent entre ses branches. Bientôt le tout se limite, et il se forme ainsi un lobe du corpuscule du tact. Quelquefois le corpuscule reste unilobé; mais, le plus souvent, au premier lobe s'en ajoute un second et même un troisième. Ces nouveaux lobes se forment successivement et s'organisent absolument suivant le même mode que le lobe primitif.

» Chez les jeunes enfants, ainsi que Langerhans l'a décrit et figuré, les fibres nerveuses qui entrent dans la composition des corpuscules du tact sont séparées par des lits de cellules. J'ajouterai que, dans la suite du développement, ces cellules sont refoulées à la périphérie de chaque lobe, et que la plupart d'entre elles subissent une atrophie considérable. Ce dernier caractère conduirait déjà à penser qu'elles ne sont pas de nature nerveuse, car les cellules nerveuses, bien loin de s'atrophier pendant la croissance, augmentent progressivement de volume jusqu'au complet développement. J'ajouterai que je n'ai jamais vu une fibre nerveuse se continuer avec une cellule des corpuscules du tact; les branches de l'arborisation, après un trajet sinueux généralement très compliqué, se terminent librement par des boutons plus ou moins aplatis.

» D'après les quelques faits qui sont consignés dans cette Note, on verra que j'ai étendu mes recherches à un certain nombre d'objets, suivant en cela le conseil que Merkel a bien voulu me donner. En revanche, je l'engage à répéter mes observations, et si, au lieu de s'en tenir aux préparations à l'acide osmique, il consent à employer la méthode de l'or, selon les indications que j'ai formulées, il sera nécessairement conduit à abandonner son ingénieuse hypothèse, ou tout au moins à lui faire subir de grandes modifications. »

ZOOLOGIE. — *Sur les terminaisons nerveuses sensitives, dans la peau de quelques Insectes*. Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Tous les histologistes qui se sont jusqu'à ce jour occupés de l'étude des organes du tact chez les Insectes ont cherché ces organes au voisinage de poils, soies, etc. Bien que ces formations soient assez répandues chez les Insectes, il n'en est pas moins certain que, chez ces animaux, tous les

points du corps sont plus ou moins sensibles, là même où il n'existe ni poils ni soies.

» Je me suis proposé de déterminer, ce qui ne semble point avoir été tenté avant moi, le mode de terminaison des nerfs sensitifs dans la peau, là où il n'existe aucune formation cuticulaire spéciale.

» Ces recherches, entreprises au laboratoire de M. Milne Edwards, ont eu pour sujet les larves de Diptères appartenant aux genres *Musca* et *Eristalis*.

» La peau de ces animaux se compose d'une cuticule épaisse, ne présentant point ces canalicules poreux qu'on observe si fréquemment chez d'autres Insectes. Sous la cuticule se trouve l'hypoderme, formé par une seule assise de cellules aplaties, généralement hexagonales et disposées en mosaïque assez régulière. Sous l'hypoderme se trouve une couche plus profonde formée par une mince membrane conjonctive amorphe, dans laquelle sont plongés des noyaux rares et arrondis. Entre cette couche conjonctive et l'hypoderme se trouvent des traînées irrégulières de cellules anguleuses. Des angles de ces cellules partent des prolongements filiformes qui vont, par un épatement triangulaire, s'attacher les uns à l'hypoderme, les autres à la membrane conjonctive. Ces cellules sont pourvues d'un noyau arrondi; elles possèdent une membrane; leur protoplasma ne pénètre pas dans leurs prolongements. Vers la fin de la vie larvaire, elles se chargent de globules graisseux. Je ne crois pas que dans les téguments des Arthropodes on ait, jusqu'à présent, décrit d'éléments analogues à ces cellules.

» Pour reconnaître le mode de terminaison des nerfs dans la peau ainsi constituée, il convient d'avoir recours à la méthode suivante. Une enveloppe dermo-musculaire de *Musca* ou d'*Eristalis* ayant été fixée par l'acide osmique à $\frac{1}{100}$, on plonge la pièce pendant dix minutes dans l'acide formique à $\frac{1}{4}$; on la laisse ensuite macérer pendant vingt-quatre heures à l'obscurité dans une solution de chlorure d'or à $\frac{1}{5000}$; la réduction de l'or s'opère ensuite à la lumière dans l'acide formique à $\frac{1}{4}$. Sur une pièce ainsi préparée et débarrassée de la cuticule, on voit, entre l'hypoderme et la couche conjonctive, ramper un grand nombre de nerfs, tous dépouillés de leur gaîne de Henle. Les branches émises par ces nerfs s'anastomosent fréquemment et se renflent en cellules ganglionnaires. Ces dernières sont toutes multipolaires; elles affectent une forme étoilée et sont nettement reconnaissables à leur protoplasma fortement coloré en violet et à leur noyau arrondi et incolore. Ces cellules mesurent en moyenne $0^{mm},04$;

elles sont très nombreuses. Leurs prolongements sont ordinairement au nombre de quatre ou cinq ; on n'en compte jamais moins de trois. Parmi les prolongements, l'un est plus volumineux que les autres ; je le nommerais volontiers *prolongement centripète*, car, en le suivant, on ne tarde pas à arriver à un tronc nerveux principal. Les autres prolongements sont de deux ordres, les uns anastomotiques, les autres terminaux : les premiers servent à anastomoser entre elles les cellules ganglionnaires voisines ; les autres se ramifient une ou deux fois et semblent se terminer librement, en s'effilant, sous ou entre les cellules hypodermiques.

» Assez fréquemment, les nerfs les plus gros qui rampent sous l'hypoderme présentent sur leur trajet un renflement sphérique ; cet aspect est dû à l'existence à la surface du nerf de cinq saillies disposées comme les côtes d'un melon et séparées l'une de l'autre par un sillon profond. A l'intérieur de chacune de ces saillies, nous trouvons une masse protoplasmique fusiforme, fortement colorée en violet et présentant un noyau arrondi et incolore. C'est là, comme on voit, une forme très curieuse de ganglion nerveux.

» Mais le fait le plus important qui ressort de cette étude, c'est qu'il existe, sous l'hypoderme des animaux qui nous occupent, un plexus extrêmement riche de cellules ganglionnaires, qui d'une part est uni aux centres nerveux principaux, d'autre part émet des branches nerveuses terminales sensitives.

» Pour montrer tout l'intérêt qui s'attache à cette observation, il me suffira de rappeler que des centres nerveux sous-cutanés diffus, tout à fait analogues, ont été observés chez les Nématodes par M. Bütschli et par M. Villot. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les cylindres sensoriels de l'antenne interne des Crustacés.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Les Crustacés, à peu d'exceptions près, possèdent une double paire d'antennes. Sur les antennes de la première paire, dites encore *antennes internes*, qui sont innervées par les ganglions cérébroïdes, on a signalé l'existence de poils particuliers, que les anatomistes allemands paraissent considérer, sans hésitation, comme des organes d'olfaction.

» J'ai fait une étude spéciale de ces poils ou cylindres olfactifs dans un grand nombre de Crustacés de nos côtes de la Manche. Ce sont les ré-

sultats généraux de ces recherches que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» On peut prendre pour forme typique de ces cylindres sensoriels ceux que l'on rencontre, sans exception, dans les Podophthalmaires.

» Ce sont des poils cylindriques, d'une longueur variable et d'une gracilité extrême (leur diamètre peut être évalué en moyenne à $1{,}5\,\mu$), qui sont implantés sur l'antenne interne de la même façon que les poils tactiles, si répandus dans les Crustacés. Ils sont revêtus d'une mince couche de chitine, se décomposant en un nombre variable d'articles. Leur extrémité libre, en forme de cône légèrement tronqué, porte un prolongement hyalin, que je considère comme un bâtonnet sensoriel. La gaîne articulée du cylindre montre un contenu granuleux qui me paraît être une dépendance de la couche dermique ou chorion. Il m'a été impossible de suivre le ramuscule nerveux qui se rend à la base de chaque cylindre au delà de cette base elle-même.

» J'ai retrouvé des cylindres sensoriels, ne différant pas essentiellement du type que je viens de décrire, dans les Crustacés oligognathes que j'ai eu l'occasion d'examiner.

» La répartition des cylindres à la surface de l'antenne interne présente des variations assez grandes suivant les groupes.

» Avant d'indiquer leur mode de répartition dans les Podophthalmaires, il est bon de faire cette remarque générale, que dans les cas où l'antenne interne est composée de plusieurs branches, une seule porte les cylindres à bâtonnets. C'est cette branche qui, dans les descriptions, quel que soit son développement relatif, doit être considérée comme principale.

» Dans les Brachyures, la branche principale de l'antenne interne présente peu de longueur, et se termine par un grand nombre d'articles très courts, décroissant rapidement de largeur de la base au sommet de cette portion terminale. Sur l'un des côtés de cette branche, on voit régulièrement implantées des rangées tranversales de cylindres à bâtonnets, rangées dont la largeur diminue à mesure qu'on se rapproche du sommet de l'antenne, laquelle, comme les trois ou quatre articles de la base, est dépourvue de cylindres.

» L'ensemble forme une élégante petite brosse, comprimée, à profil triangulaire, dont les rangs transversaux de poils peuvent se rapprocher ou s'éloigner, suivant les mouvements eux-mêmes des articles de la branche antennaire qui les porte.

» Sur l'animal vivant et plongé dans le liquide, cette petite brosse est

toujours en mouvement. La mobilité des articles basilaires de l'antenne interne est extrême : aussi la voit-on fendre l'eau, sous les inclinaisons les plus variées, d'un mouvement brusque et saccadé. Aussitôt qu'une parcelle d'une matière propre à l'alimentation se trouve engagée dans la brosse antennaire, les palpes des pattes-mâchoires de la seconde paire la nettoient fort dextrement en la faisant glisser entre elles, puis elles portent le corps saisi dans les voies digestives.

» L'antenne interne jouit d'une exquise sensibilité : au moindre contact, elle se replie brusquement et s'abrite dans une dépression de la région frontale, bien connue des carcinologistes.

» Dans le groupe de transition qu'on a désigné sous le nom d'*Anomoures*, on retrouve encore la forme en hachette triangulaire de la brosse antennaire propre aux Brachyures, mais on voit déjà apparaître la disposition que nous présente l'immense majorité des Macroures.

» Dans les Macroures, l'antenne interne présente, en général, un allongement très considérable, et n'est plus rétractile dans une cavité frontale. Sur le Crustacé en vie, les mouvements de cet appendice se montrent beaucoup plus rares, tout en conservant quelque chose de ce caractère saccadé qui frappe dans les Brachyures.

» La branche principale comprend de nombreux articles dont une portion seulement, la portion basilaire, porte des cylindres à bâtonnet, généralement disposés en double rangée sur chaque article. Chaque rangée ne présente qu'un petit nombre de cylindres.

Chez les Oligognathes, les variations dans le mode de répartition des cylindres sensoriels sont trop nombreuses pour qu'il soit possible de les indiquer ici. D'ordinaire, l'antenne interne ne possède point de mouvements particuliers, et le nombre des cylindres est peu élevé.

» En résumé, les cylindres à bâtonnets qu'on rencontre d'une manière si générale sur l'antenne interne des Crustacés podophthalmaires et oligognathes ont le caractère incontestable d'un organe des sens; mais, en se fondant sur leur structure anatomique, indépendamment de toute expérimentation physiologique, on n'est pas en droit d'affirmer que ces cylindres sont affectés à l'olfaction. »

ZOOLOGIE. — *Mollusques marins vivant sur les côtes de l'île Campbel'l.* Note de M. **H. Filhol**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Durant mon séjour à l'île Campbel'l, je me suis attaché à recueillir, avec un soin extrême, les différentes espèces de Mollusques vivant sur les côtes. J'ai pu en obtenir un assez grand nombre, et, comme on le verra en examinant le catalogue suivant, plusieurs d'entre elles se retrouvent sur des terres de l'hémisphère austral, tandis que d'autres semblent être particulières à la petite localité que j'ai visitée.

» Céphalopodes. — *Octopus maorum* (Hutton); *Pinnoctopus cordiformis* (Quoy).

» Gastéropodes. — *Onchidella Campbel'li* (spec. nov.). Cette espèce, assez abondante, mesure $0^m,005$ de largeur et $0^m,009$ de longueur. Le manteau est couvert de granulations brunâtres, et ses bords sont perforés par les orifices de vingt-huit glandes. Les *Onchidella patelloides* et *nigricans*, qui vivent dans les mêmes mers, n'en présentent que dix-huit.

» *Assiminea antipodum*, spec. nov., diffère de l'*Assiminea Purchassi*, vivant en Nouvelle-Zélande, en ce que les tours sur cette dernière espèce sont moins réduits vers le sommet de la coquille, alors que le dernier n'a qu'un peu plus du tiers au lieu de la moitié de la hauteur de la coquille.

» *Euthria antarctica* (Reeve, *Conch. Ic.*, f. 30).

» *Buccinum Campbel'li* (spec. nov.). Espèce voisine de la précédente, mais différant par le manque d'échancrure de la portion supérieure de la bouche. Columelle blanche, ainsi que le pourtour de la bouche. Hauteur, $0^m,029$; diamètre transverse, $0^m,014$.

» *Buccinum Veneris* (spec. nov.). Hauteur, $0^m,041$; largeur, $0^m,020$. Epiderme grisâtre, columelle et pourtour de la bouche de la même couleur. Côtes longitudinales naissant du sommet et devenant de plus en plus saillantes. Sur le dernier et l'avant-dernier tour, on observe des côtes transversales coupant les précédentes.

» *Polytropa striata* (Martyn).

» *Trochus coracinus* (Troschet).

» *Margarita rosea* (Hutton, *Man. of the New-Zealand Mollusca*, 1880).

» *Haliotis Huttoni* (spec. nov.). Espèce voisine de l'*Haliotis gibba*, mais s'en distinguant par la position moins antérieure de son sommet et par la présence de côtes très fortes, légèrement ondulées.

» *Patella luctuosa* (Gould). — *Patella fuegensis* (Reeve).

» *Patella terroris*, spec. nov. — Diamètre antéro-postérieur 0,028; diamètre transverse, 0,022; hauteur, 0,007. Vingt-deux à vingt-six côtes noueuses s'irradiant du sommet. Les nodulations constituent des lignes parallèles au bord libre de la coquille.

» *Patella Campbel'li*, spec. nov. Diamètre antéro-postérieur, 0,005; diamètre transverse, 0,005; hauteur, 0,003. Teinte rosée. Sommet correspondant aux deux cinquièmes antérieurs de la coquille. Test marqué de fines radiations.

» *Lepidopleurus longicymbus* (de Blainv.). — *Lepidopleurus circumvallatus* (Reeve).

» *Lepidopleurus Campbel'li*, spec. nov. — Longueur, 0,017; largeur, 0,008. Couleur jaune clair, dernière valve plus grande que la première, couverte de lignes concentriques, granulées. Aires latérales marquées de lignes concentriques, à concavité supérieure.

» *Tonicia linceolata* (Frembly). — *Tonicia Gryei*, spec. nov. — Très variable comme coloration. Première et dernière valve lisses sur les individus âgés, granuleuses sur les jeunes. Valves intermédiaires marquées de lignes concentriques, parallèles au bord antérieur de l'osselet.

» *Plaxifora Campbel'li*, spec. nov., voisine du *Plaxifora biramosus* (Quoy), s'en différenciant par sa couleur verdâtre, par sa dernière valve couverte de lignes saillantes, concentriques, par la présence de paquets de poils très touffus et non binaires.

» Lamellibranches. — *Tapes intermedia* (Quoy). — *Kellia antipodum*, spec. nov. — Espèce voisine du *Kellia cycladiformis*, s'en distinguant par la présence de lignes concentriques très régulières.

» *Mytilus magellanicus* (Lamark). — *Mytilus chorus* (Molina). — Les Céphalopodes de Campbel'l se retrouvent en Nouvelle-Zélande. Parmi les Astéropodes, l'*Euthria antarctica* vit aux îles Auckland et Falkland; le *Polytropa striata* existe en Nouvelle-Zélande, dans le sud de l'Australie, à la terre de Kerguelen, aux îles Auckland et Chatham; le *Trochus coracinus* vit aux îles Auckland; le *Lepidopleurus longicymbus* a été signalé aux îles Auckland et Pitts, en Nouvelle-Zélande; le *Lepidopleurus circumvallatus* habite la Nouvelle-Zélande; le *Tonicia linceolata* et le *Patella fuegensis* ont été trouvés au Chili. Parmi les Lamellibranches, le *Tapes intermedia* est une espèce néo-zélandaise et le *Mytilus magellanicus* vit aux îles Auckland, Chatham, Kerguelen, en Nouvelle-Zélande, dans le détroit de Magellan, au Cap; le *Mytilus chorus* habite la Nouvelle-Zélande et les îles Auckland. »

PALÉONTOLOGIE. — *Examen de la faune marine des sables supérieurs de Pierrefitte, près Étampes.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« La découverte que j'ai faite en 1878 d'un riche gisement de coquilles fossiles dans les sables marins supérieurs des environs d'Étampes a été l'objet d'une très courte Note insérée dans les *Comptes rendus* (¹). Depuis lors je n'ai cessé de réunir des matériaux propres à faire connaître d'une manière complète la faune de Pierrefitte, et plusieurs excursions fructueuses me montrèrent bientôt que les chiffres donnés dans ma première publication sont extrêmement au-dessous de la vérité. Les échantillons recueillis par M. Lambert, juge suppléant au tribunal d'Étampes, et mis gracieusement par lui à ma disposition, augmentèrent encore le total. Il ne s'agit plus aujourd'hui, comme en 1878, de 47 espèces de Mollusques, mais bien de 122.

» Cette faune comprend 30 espèces nouvelles pour la Science, et leur description, accompagnée de planches, paraîtra dans la prochaine livraison des *Nouvelles Archives du Muséum* (²). Voici les noms que je leur ai imposés :

1. Jouannettia Fremyi.
2. Sphenia stampinensis.
3. Corbulomya Morleti.
4. Mactra angulata.
5. Tellina trigonula.
6. Venus Lœwyi.
7. Cytherea variabilis.
8. Cytherea dubia.
9. Cardium stampinense.
10. Diplodonta Bezançoni.
11. Diplodonta Decaisnei.
12. Diplodonta scalaris.
13. Lucina acuminata.
14. Arca stampinensis.
15. Spondylus radiatus.
16. Emarginula conformis.
17. Rissoïna cochlearina.
18. Bulla neglecta.
19. Planorbis inopinatus.
20. Turbo Ramesi.
21. Cerithium undulosum.
22. Triforis tricarinatus.
23. Fusus filiferus.
24. Fusus undatus.
25. Triton Daubrei.
26. Murex Berti.
27. Murex Cotteaui.
28. Murex rhombicus.
29. Buccinum Archambaulti.
30. Marginella stampinensis.

» Outre ces 30 espèces nouvelles pour la Science, j'ai trouvé à Pier-

(¹) T. LXXXIX, p. 611.
(²) 2ᵉ série, t. III, p. 233.

refitte 6 espèces inconnues jusqu'ici dans le bassin de Paris, quoiqu'elles aient été découvertes dans d'autres localités tertiaires. Ce sont :

Cytherea subarata (Sandb.).
Eulima subulata (Risso).
Fusus elongatus (Nyst.).
Murex ornatus (Grat.).
Columbella inornata (Sandb.).
Cypræa subexcisa (Braun).

» Parmi les 86 espèces déjà inscrites dans le Catalogue parisien, on trouve qu'il y en a :

» 68 signalées au niveau de Jeurre et non à celui d'Ormoy;

» 5 signalées au niveau d'Ormoy et non à celui de Jeurre; ce sont :

Cardita Bazini (Desh.).
Calyptræa labellata (Desh.).
Turbonilla scalaroides (Desh.).
Cerithium Lamarckii (Brongn.).
Murex conspicuus (Braun).

» 13, enfin, signalées aux deux niveaux.

» Outre les Mollusques dont il vient d'être question, j'ai reconnu à Pierrefitte un grand nombre de fossiles différents. Je citerai des fragments indéterminables de Polypiers, peut-être le *Nummulites Bezançoni*, des perforations dues soit à des Spongiaires, soit à des *Gastrochæna*, des ossements divers de l'*Halitherium Guettardi*, et plusieurs Poissons parmi lesquels, d'après les savantes déterminations de M. le Dr Sauvage : *Lamna cuspidata* (Agassiz), *Galeocerdo latidens* (Agassiz), *Galeocerdo acanthodon* (Lehon), un Sparoïde voisin des Sargues.

» M. Lambert a soumis le gisement de Pierrefitte à une savante étude stratigraphique qui a définitivement fixé cet horizon intéressant, qu'il désigne sous le nom de *sables à Corbulomyes*, à un niveau immédiatement inférieur aux sables lilacés à galets.

« Ils occupent, dit-il, au milieu des sables blancs, dits de Fontainebleau, » un niveau moyen, sensiblement supérieur à celui de Jeurre et de Morigny, mais bien moins élevé que celui d'Ormoy. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge du soulèvement du pays de Bray.* Note de M. G. **Dollfus**, présentée par M. Daubrée.

« L'âge à attribuer au soulèvement des couches géologiques dans le pays de Bray, au nord de Paris, a été jusqu'ici incertain. Les écrivains les plus récents ont supposé que cet accident avait eu lieu aussitôt après le dépôt du calcaire de Saint-Ouen. Des recherches nouvelles m'ont démon-

tré que ce phénomène s'est prolongé plus tard, à la fin de la période tertiaire parisienne. On avait étudié jusqu'ici spécialement le bombement des couches crétacées dans le pays de Bray, même en s'arrêtant à l'Oise; c'est en poursuivant le prolongement du pli à l'est de l'Oise, dans la région tertiaire propre, qu'il a été possible de formuler une nouvelle démonstration.

» Si l'on suit la voie ferrée entre Survilliers et Orry-la-ville, on y observe une voûte immense formée par l'élévation régulière et le plongement rapide au nord des couches du calcaire grossier. Le sommet du calcaire grossier moyen descend de l'altitude de 114^{m}, qu'il a à la gare de Survilliers, à celle de 59^{m} à la fontaine d'Orry, sur un parcours de moins de 4^{km}.

» En étudiant la colline de Survilliers, on voit, sous le village même, à 137^{m}, le contact des sables moyens et du calcaire de Saint-Ouen, et en traversant le vallon à l'est, à moins de 800^{m}, on rencontre le sommet de la première masse gypseuse à l'altitude de 130^{m}. Comme le gypse est exploité en cet endroit sur 10^{m} au moins et que le calcaire de Saint-Ouen a normalement 13^{m} de puissance dans la région, c'est une chute des couches de plus de 30^{m} sur un court espace. A 500^{m} plus loin, dans une carrière profonde, la surface de la première masse n'est plus qu'à 120^{m}, soit 40^{m} d'inclinaison sur 1300^{m} de distance.

» Le plongement des couches gypseuses mêmes est observable à Survilliers et les marnes supérieures en sont également affectées. On retrouve sur le versant nord de plongement, de l'autre côté de la dénivellation, toute la série des couches visibles aux environs immédiats de Paris dans ses plus minutieux détails. Les sables supérieurs et les meulières ont participé à ce mouvement de descente, qui a eu lieu dès lors après leur dépôt, c'est-à-dire à la fin de la série tertiaire parisienne.

» La voûte du pays de Bray, dans la région tertiaire, ne donne lieu d'ailleurs qu'à un accident très limité en largeur, comme déjà à son extrémité vers l'Oise. A quelques kilomètres du grand pli que nous avons indiqué, les strates reprennent leur allure sub-horizontale, et à Plailly déjà les assises gypseuses (122^{m}), quoique relativement trop basses (le Saint-Ouen monte à 140^{m} à Vémars), ont repris leur position horizontale; bientôt après même elles recommencent leur mouvement lent d'ascension au nord jusqu'à leur point maximum, comme vers Pont-Saint-Maxence.

» La réduction qui s'opère dans l'épaisseur même des formations, quand on s'avance à l'ouest du bassin, indique le rivage probable de l'oligocène comme orienté de Saint-Christofle à Montjavoult, c'est-à-dire suivant une

ligne qui coupe celle du soulèvement du Bray, sous un angle de 50° qui permet d'en apprécier l'indépendance.

» L'exacte correspondance des couches dans tous leurs détails des deux côtés de l'accident, le mouvement lui-même visible, la parfaite horizontalité première de tout l'ensemble ôtent toute incertitude sur la postériorité du mouvement. Il y a même lieu de croire que ce mouvement, qui est maximum au centre du pays de Bray et ne s'éteint qu'à la Marne, est indépendant de celui qui a relevé toutes les couches tertiaires au bord du bassin de Paris et qui lui est même postérieur et plus récent.

» Ceci nous permet de rapprocher plus étroitement ce grand pli du nord de Paris des failles de la vallée de la Seine dans l'Eure, qu'on savait déjà postérieures aux meulières. Il est possible de montrer également que le mouvement qui a soulevé l'axe de l'île de Wight est relativement récent, postérieur à la molasse de Montmartre, tout au moins, sinon synchronique de celui que nous indiquons aujourd'hui pour le nord de Paris; qu'il n'a pas été lent et continu comme on l'a cru, mais rapide, et qu'il a terminé la série des dépôts dans cette région. »

GÉOLOGIE. — *Sur les schistes cristallins du Brésil et les terres rouges qui les recouvrent.* Extrait de Lettres de M. **Gorceix** à M. Delesse.

« Ouro-Preto, mars et avril 1880.

» D'Eschwege, Claussen, Pissis, et en général les géologues qui ont étudié les roches schisteuses associées aux schistes cristallins de la province de Minas, au Brésil, les ont généralement considérées comme des talcites et comme des schistes talqueux et chlorités; mais, d'après les renseignements que vous m'avez donnés, j'ai pu constater que les roches formées d'hydrosilicates magnésiens sont une exception dans la province de Minas et que le talc, en particulier, n'y est guère représenté que dans des gisements peu importants de pierre ollaire.

» Considérons, en effet, les roches schisteuses des environs d'Ouro-Preto, et spécialement celles dans lesquelles se trouvent les carrières de topazes. Elles sont douces au toucher, se rayent à l'ongle, donnent en général une poudre blanche; leur densité est d'environ 2,7. Elles sont attaquables par les acides. Calcinées dans le tube, elles dégagent de l'eau: au chalumeau, elles se fritent au rouge vif; et au rouge blanc elles fondent

en une scorie. Voici la composition que l'analyse m'a donnée pour trois de ces roches.

» A. — Roche schisteuse verdâtre, très douce au toucher, recouvrant les schistes qui contiennent les topazes.

» B. — Roche onctueuse et écailleuse, donnant une poudre blanche et provenant du même gisement.

» C. — Roche fibreuse, dans laquelle il y a fréquemment des cristaux pseudomorphiques de sesquioxyde de fer affectant la forme d'octaèdres réguliers (martite).

	Silice.	Alumine.	Sexqui-oxyde de fer.	Oxyde de manganèse.	Magnésie.	Potasse.	Soude.	Perte au feu.	Somme.
A.....	54,1	27,3	7,7	»	0,8	3,0	3,6	3,8	100,3
B.....	62,4	22,7	»	traces	1,3	4,2	1,5	3,4	99,2
C.....	47,4	31,2	6,7	»	2,0	4,5	2,7	5,6	100,1

» On voit que ces roches contiennent très peu de magnésie : par conséquent, elles ne sont pas talqueuses; elles ont de la potasse ainsi que de la soude, et, dans certains échantillons, la proportion des alcalis s'est élevée jusqu'à 9 pour 100. Ce sont donc des schistes micacés.

» Dans la matière verte de certains quartzites micacés des environs d'Ouro-Preto, j'ai trouvé deux à trois millièmes de sesquioxyde de chrome. On sait du reste que c'est dans des roches analogues qu'on trouve la fuchsite, qui est un mica chromifère.

» Sur beaucoup de points de la province de Minas, il existe des dépôts considérables d'argile rouge, qui sont immédiatement superposés aux roches schisteuses et micacées qui viennent d'être décrites. Certains observateurs les ont considérés comme des formations d'alluvions; mais il me paraît qu'ils résultent de la décomposition sur place des roches sous-jacentes.

» Du reste, cette décomposition a lieu rapidement dans un pays à la fois aussi chaud et aussi humide que le Brésil, et dans lequel la végétation est par cela même très puissante. De plus, comme les roches schisteuses sous-jacentes contiennent en abondance des alcalis, la végétation trouve facilement, dans les produits de leur décomposition, la potasse qui est nécessaire à son développement. La chaux lui fait en général défaut; aussi observe-t-on que, dans les parties où il existe des amas de calcaires cristallins intercalés dans les schistes, la végétation devient encore beaucoup plus active.

» La composition de ces schistes cristallins explique d'ailleurs l'existence de nombreux gîtes de salpêtre au Brésil; en effet, on en trouve à

Minas, à Goyaz, à Matto-Grosso. Des grottes à salpêtre sont surtout nombreuses dans le bassin du São-Francisco, et le salpêtre y imprègne l'argile rouge résultant de la décomposition des roches micacées. Les terrains nitrés sont également très développés dans le nord de la province, entre l'Arapuahy et la Serra das Esmeraldas, qui doit son nom à des gisements de tourmalines vertes. Le sol y est couvert d'une argile rouge, imprégnée de nitrate de potasse, et présente une fertilité exceptionnelle. Le coton y vient admirablement; le maïs donne plus de deux cents grains pour un, et l'élevage des bestiaux y réussit mieux que partout ailleurs. Saint-Hilaire avait été frappé, comme moi, de cette fertilité. Le climat est à la fois très chaud et très humide pendant l'été; et, le sous-sol fournissant de la potasse, on comprend que ces conditions soient éminemment favorables à la transformation des matières organiques azotées qui recouvrent le sol en composés oxygénés de l'azote, et en définitive en nitrate de potasse. De plus, il est probable que cette nitrification tend elle-même à favoriser la décomposition des roches. En tout cas, la décomposition des schistes micacés et leur transformation en terres rouges se produit avec une grande facilité sous le climat du Brésil. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 décembre 1880.

Revue de Géologie, pour les années 1877 *et* 1878; *par* M. Delesse *et* M. de Lapparent. T. XVI. Paris, F. Savy, 1880; in-8°.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. XVI, 2e série, année 1879. Paris, Asselin, 1880; in-8° relié.

Société des Sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année 1879-1880. 34e année. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1880; in-8°.

Journal du Ciel. Notions populaires d'Astronomie pratique; Astronomie pour tous; par J. Vinot. 16e année, 1880. Paris, cour de Rohan, 1880; in-8°.

Cours de Botanique fossile, fait au Muséum d'Histoire naturelle; par M. B. Renault. 1re année. Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

Pluies et neiges de l'année météorologique 1878-1879. Observatoire de Lyon, Station de la Tête-d'Or. Lyon, Association typographique C. Riotor, 1880; br. in-8°.

Observations faites à la station du parc de la Tête-d'Or pendant l'année 1879. Lyon, impr. A. Storck, 1880; br. in-8°.

Étude sur les orages à grêle du département du Rhône (1819-1878); *par* M. Ch. André. Lyon, impr. Pitrat aîné, 1880; br. in-8°.

A. Mallet. *Résultats obtenus dans l'emploi des locomotives Compound sur les chemins de fer secondaires.* Paris, 1880; br. in-4° autographiée.

Nouveaux trocarts pour la ponction hypogastrique de la vessie; par le Dr De-neffe. Bruxelles, H. Manceaux, 1880; br. in-8°.

Rapport présenté à S. Exc. M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par l'Association syndicale de l'arrondissement de Béziers pour la destruction du Phylloxera. Campagne 1879-80. Béziers, impr. Granié et Malinas, 1880; in-4°.

De la cautérisation dans les affections intra-thoraciques, et spécialement du traitement des épanchements pleurétiques par les cautères potentiels; par le Dr A. Martin. Paris, impr. F. Malteste, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Sénégambie. Géographie et topographie; par M. Borius. Paris, G. Masson et Asselin, 1880; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Projet d'organisation du service de santé de la Compagnie du canal interocéanique de Panama; par le Dr L. Companyo. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

The quarterly Journal of the geological Society; vol. XXXVI, n° 144. London, 1880; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 décembre 1880.

Annuaire pour l'an 1881, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-18.

Rapport présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par l'Académie de Médecine sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1877 *et pendant l'année* 1878. Paris, Impr. nationale, 1880; 2 br. in-8°. (Trois exemplaires.)

Recueil des Travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et

des actes officiels de l'administration sanitaire, publié par ordre de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce ; t. VII et IX. Paris, J.-B. Baillière, 1879-1880; 2 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents; 1880, novembre. Paris, Dunod, 1880; in-8°.

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1879; t. XXI. Bordeaux, impr. de Lanefranque, 1880; in-8°.

Essai sur l'étendue des terrains tertiaires dans le bassin anglo-parisien et esquisse des terrains tertiaires de la Normandie; par M. G. Dollfus. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Association pour prévenir les accidents de machines, fondée sous les auspices de la Société industrielle de Mulhouse. Rapport présenté à l'Assemblée générale du 8 *septembre* 1880, *au nom du Bureau de l'Association; par* M. Engel Dollfus. Mulhouse, impr. Vve Bader et Cie, 1880; br. in-8°,

Notice sur les travaux de Thérapeutique du Dr Ch. Brame. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Les étoiles et les curiosités du ciel. Supplément à l'Astronomie populaire; par C. Flammarion; livr. 21 à 30. Paris, Marpon et Flammarion, 1880; grand in-8° illustré.

L. Bailly. *Note sur l'emploi des grands instruments en tachéométrie. — Description d'un support métallique de jalon. — Type d'aménagement complet des eaux d'une rivière non navigable ni flottable.* Roubaix, impr. Rosoor et Desreumaux, 1880; 3 br. grand in-8°.

Manuel pratique de l'art de l'essayeur. Guide pour l'essai des minerais, etc.; par Balling, traduit de l'allemand par le Dr L. Gautier. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 1880. Epinal, V. Collot, Paris, A. Goin, 1880; in-8°.

Recherches physiologiques sur le cœur des Crustacés décapodes; par F. Plateau. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Archives de Biologie de Gand.*)

Recherches de morphologie, tératologie et tératogénie végétales; par le Dr E. Heckel. Marseille, typogr. M. Olive, 1881; br. in-8°.

Aide-mémoire du voyageur; par D. Kaltbrunner. Zurich, J. Wurster; Paris, C. Reinwald, 1881; in-8° relié.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr Renard; année 1880, n° 1. Moscou, A. Lang, 1880; in-8°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXVIII, 1880-81, serie terza;

Transunti, vol. V, fasc. I, seduta del 5 dicembre 1880. Roma, Salviucci, 1881; in-4°.

Serie di Fourier e altre rappresentazioni analitiche delle funzioni di una variabile reale; per Ulisse Dini. Pisa, tipogr. Nistri, 1880; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; vol. XV, disp. 1-8 (novembre 1879 - giugno 1880). Torino, Paravia e C^ia 1880; 8 livr. in-8°.

Bollettino dell' Osservatorio della regia Università di Torino; anno XIV (1879). Torino, Stamperia Reale, 1880; in-4° oblong.

Fragmenta Siluria e dono Caroli Henrici Wegelin. Opus studio Nicolai Petri Angelin inchoatum jussu et impensis Academiæ regiæ Scientiarum Suecicæ edendum curavit G. Lindström. Holmiæ, Samson et Vallin, 1880; in-4°.

Results of astronomical observations made at the Radcliffe observatory, Oxford, in the year 1876, etc.; vol. XXXVI. Oxford, James Parker, 1880; in-8° relié.

The refutation of darwinism and the converse theory of developpement; by T. Warren O' Neill. Philadelphia, Lippincott, 1880; in-12 relié.

Bulletin of the United States geological and geographicvl Survey of the territories; vol. V, number 4, Washington, government printing Office, 1880; in-8°.

On the secular changes in the elements of the orbit of a satellite revolving about a tidally distorted planet; by G.-H. Darwin. London, 1880; in-4°. (From the *Philosophical transactions of the royal Society*.)

ERRATA.

(Séance du 8 novembre 1880.)

Page 745, ligne 24, *au lieu de* au nord, *lisez* au sud.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-ONZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1880.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCI.

A

F

G

H

I

L

M

N

O

P

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

L

M

O

P

Q

R

S

T

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Paris. — Quai des Augustins, 55.